RADIOAKTIVE EIGENSCHAFTEN DER LUFT, DES BODENS UND DES WASSERS IN UND UM HALLE.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

VEREINIGTEN FRIEDRICHS-UNIVERSITÄT
HALLE-WITTENBERG

VORGELEGT VON

RICHARD SCHENK
AUS NAUGARD.

HALLE a. S.
HOFBUCHDRUCKEREI VON C. A. KAEMMERER & CO.
1905.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546028_0140

MEINEN LIEBEN ELTERN!

Um die luftelektrische Forschung haben sich in neuerer eit besonders Elster und Geitel, die Entdecker der Jonisation der Atmosphäre[1]) verdient gemacht, die als Erste durch ihre Messungen der Elektrizitätszerstreuung und durch Drahtaktivierungen den Nachweis der Radioaktivität der atmosphärischen Luft lieferten. Sie wirkten ferner bahnbrechend auf dem Gebiet der Radioaktivität des Erdreichs und der Bodenluft. Ihnen folgten J. J. Thomson und Himstedt, welche zeigten, dass Leitungswasser und Quellwasser mit mehr oder weniger grossen Mengen von radioaktiver Emanation behaftet sind.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Dr. Dorn, der mich bei meinen Versuchen in liebenswürdigster Weise unterstützte, unternahm ich es, für Halle und seine nähere Umgebung entsprechende Versuche durchzuführen. Die hierbei benutzten Apparate wurden mir von Herrn Prof. Dr. Dorn gütigst zur Verfügung gestellt.

---

1) Vergl. Ebert: Beiträge zur Geophysik 5. 1902. p. 361 ff.

1.

Die Elektrizitätszerstreuung in der atmosphärischen Luft.

(Fig. I.)

Die Messungen der Elektrizitätszerstreuung wurden mit dem von Elster und Geitel konstruierten Apparat[1]) ausgeführt. Der Zerstreuungskörper, ein Hohlzylinder aus geschwärztem Messingblech von 9 cm Höhe und 5 cm Durchmesser, an dessen Oberfläche die Abgabe der Elektrizität an die umgebende Luft erfolgt, sitzt mit seinem Stiele auf der Trennungsplatte der Aluminiumblättchen eines Exnerschen Elektroskops auf. Diese Trennungsplatte, die völlig im Innern des Elektroskopgehäuses liegt, ist an ihrem unteren Ende mittels Bernstein isoliert. Das Elektroskop ist auf einem mit Stellschrauben versehenen Dreifuss aufgesetzt, der seinerseits fest auf einen leicht transportablen Kasten aufgeschraubt wird. Nach Beendigung der jedesmaligen Beobachtung wurde der Zerstreuungskörper abgehoben, der Deckel des Elektroskopgehäuses geschlossen und die Schutzbacken an die Aluminiumblättchen, resp. Trennungsplatte, herangeschoben. Um auch bei grösserem Feuchtigkeitsgehalte der Luft beobachten zu können, ohne befürchten zu müssen, dass die Isolation des Elektroskops mangelhaft wird, kann ein Stückchen metallisches Natrium in einen Glastubus, der sich auf der unteren Seite des Elektroskopgehäuses befindet, eingebracht werden. Die Prüfung auf Isolation wurde oft wiederholt. Die Ablesung der Divergenz der Aluminiumblättchen geschieht mit Hülfe der von Elster und Geitel[2]) gegebenen Spiegelablesung. Durch

1) Elster u. Geitel. Physik. Zeitschrift 1. 1899. pag. 11.
2) Elster u. Geitel. Götting. Nachr. 1902. pag. 8.

ihre Anordnung wird das Bild der Skala an den Ort der Blättchen geworfen und damit eine parallaxenfreie Ablesung ermöglicht. Der schon vorhin erwähnte Kasten dient zur Aufnahme der einzelnen Teile des Apparates, die bequem darin verpackt werden können. Die Aichung des Elektroskops wurde mit zwei Latimer-Clark Batterien von je 100 Elementen ausgeführt und im Lauf der Untersuchungen zur Kontrolle mehrmals wiederholt; die Änderungen waren nur minimal. Die Ladung des Zerstreuungskörpers wurde mittels einer Zambonischen Säule bewirkt, die, an einem Drahte frei hängend, in einem zylindrischen Glasgefässe aufbewahrt wurde. Die Elektrizitätszerstreuung wurde an verschiedenen Stellen gemessen, im November auf dem Institutshof, auf dem vor dem Institut liegenden Paradeplatz und in einem Zimmer des zweiten Stockwerks des hiesigen Instituts. Im Dezember musste ich leider die Messungen unterbrechen. Vom Januar ab wurden die Beobachtungen regelmässig in dem am Institut gelegenen Garten vorgenommen, den mir Herr Prof. Dr. Dorn freundlichst zur Verfügung stellte. Bei Beobachtungen in der freien Atmosphäre benutzte ich auch einen Schutzzylinder aus geschwärztem Messingblech von 19 cm Weite und 14 cm Höhe, der oben durch einen Deckel geschlossen wurde und so befestigt war, dass der Zerstreuungskörper in seiner Achse lag. Durch die Anbringung dieses Schutzzylinders wurden die Schwankungen herabgemindert, die durch das äussere elektrische Feld, direktes Sonnenlicht und starke Luftbewegung verursacht wurden.

Die Werte ohne Schutzzylinder verhielten sich zu denen mit Schutzzylinder wie 1 : 0,57 durchschnittlich. Die Zerstreuungsversuche wurden nun auf folgende Weise angestellt. Mittels der Zambonischen Säule wurde das aus Elektroskop und Zerstreuungskörper zusammengesetzte System positiv oder negativ geladen; dann wurde einige Zeit gewartet (bis zu 5 Minuten), damit die isolierende Bernsteinplatte an der Berührungsstelle mit der Trennungsplatte sich mit der gleichartigen Elektrizität laden und innen dielektrisch polarisieren

konnte; nun wurde die Divergenz der Blättchen abgelesen, der nach der Aichungstabelle das Potential e entsprach. Dann überliess ich den Apparat einige Zeit (bis zu 15 Minuten), je nach der Stärke des Zusammenfallens der Blättchen, sich selbst, las ab und bestimmte mit Hülfe der Aichungstabelle δe den Spannungsverlust für eine Minute. Das prozentisch berechnete Verhältnis $100 \frac{\delta e}{e}$ nennt Riecke[1]) den Zerstreuungskoeffizienten, und bezeichnet ihn bei negativer Ladung des Zerstreuungskörpers mit $\bar{a}$, bei positiver Ladung mit $\dot{a}$. Anfangs führte ich die Beobachtungen auch nach den Angaben von Elster und Geitel[2]) aus und rechnete mit ihrer Formel. Die Werte differierten nur sehr wenig. In der Formel von Elster & Geitel ist die Zerstreuung, die durch das Elektroskop allein bewirkt wird, mit berücksichtigt. Für das von mir benutzte Elektroskop ergab sich ein Spannungsverlust von weniger als $^1/_{12}\%$ der Anfangsspannung in 15 Minuten. Man darf ihn daher, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, vernachlässigen.

In 2 Tabellen gebe ich nun meine Beobachtungsresultate.

Tabelle I.

Datum	Beobachtungsort	Ohne Schutzzylinder			Mit Schutzzylinder			Bemerkungen meteorolog. Art
		$\bar{a}$	$\dot{a}$	$\frac{\bar{a}}{\dot{a}}$	$\bar{a}$	$\dot{a}$	$\frac{\bar{a}}{\dot{a}}$	
12.—14. XI.	Zimmer	1,86	1,84	1,01	—	—	—	
19. XI.	Institutshof	0,59	0,57	1,03	0,27	0,26	1,03	Trübe, windstill
19.—21. XI.	Zimmer	1,42	1,40	1,02	—	—	—	
23. XI.	„	1,73	1,64	1,05	0,31	0,29	1,08	
24. XI.	Hof	2,48	2,44	1,02	1,41	1,36	1,04	Klar, st. Westwind
25. XI.	Paradeplatz	1,28	1,02	1,25	0,700	0,56	1,24	Klar, Mittelstarker Südwest.
25. XI.	Hof	1,26	1,20	1,05	0,47	0,43	1,08	
27. XI.	Zimmer	2,53	2,34	1,08	0,48	0,41	1,20	
28. XI.	Paradeplatz	0,75	0,65	1,15	—	—	—	Trübe, Südwest.

1) Riecke, Münchener Sitzungsberichte. M. Ph. Kl. 1903. Heft II.

2) Elster u. Geitel, Berichte der Wiener Akademie. M. N. Kl. 111 IIa. 1902. pag. 9468 ff.

Aus diesen Versuchen ergibt sich schon, dass die Werte der Elektrizitätszerstreuung sehr schwanken, die niedrigen Werte wurden bei trübem Wetter, also geringer Transparenz der Luft, erreicht, die hohen bei klarer Luft und kräftigem Wind.

Im Garten wurden die Messungen sowohl im Freien, als auch in einer Laube [1]) ausgeführt, die, wenn man so sagen darf, einen Käfig repräsentierte. Hier mussten die Zerstreuungskoeffizienten nach den Erfahrungen Elsters und Geitels grössere Werte annehmen, als wie die im Freien. Diese Annahme wurde durch die Messungen, wie sich zeigen wird, bestätigt.

---

1) Die etwa 2 m hohe bedachte Laube hat 80 cm hohe feste Wände, vom Boden gerechnet, von da ab Stacket bis zum Dache, hat etwa 4 qm Grundfläche, und ist mit Ausnahme des Eingangs völlig mit wildem Wein bewachsen.

Tabelle II.

Datum	Stunde	In der Laube			Im Freien			Meteorologische Angaben			
		a	$\frac{+}{a}$	$\frac{a}{+a}$	$\bar{a}$	$\frac{+}{a}$	$\frac{\bar{a}}{+a}$	Therm.	Barometer	Wind	Wetter
14. I.	10^{30}—12	1,09	0,99	1,10	0,98	0,81	1,20	+ 6,5°	736,7	SW $1^1/_2$	Klar, unbedeckt Sonnenschein.
14. I.	3—4	2,51	2,46	1,02	2,05	2,03	1,01	+ 5,7°	735,9	SW $2^1/_2$	Klar, teilw. bedeckt.
15. I.	11—12	2,53	2,29	1,10	2,18	2,06	1,05	+ 3,1°	742,9	SW 2	Klar, fast ganz bed.
16. I.	4—5	1,17	1,08	1,08	1,15	1,11	1,04	+ 3,3°	745,5	SW $1^1/_2$	Trübe, teilw. bedeckt.
18. I.	12—1	2,39	1,95	1,23	Schneefall			+ 1°	758,1—756,6	SW 1	Trübe, ganz bedeckt.
19. I.	12—1	0,65	0,48	1,35	0,47	0,38	1,21	— 1°	767,3	NO $^1/_2$	Klar, unbed., Schneedecke 6 cm.
20. I.	11—12	0,38	0,34	1,13	0,52	0,45	1,17	— 2°	770,8—770,3	NO 1	Trübe, ganz bedeckt, Schneedecke.
22. I.	12—1	0,60	0,46	1,31	0,36	0,24	1,50	— 0,7°	771,5—771,8	NW 0	Trübe, ganz bedeckt, leichter Nebel.
23. I.	3—4	0,82	0,77	1,06	0,48	0,45	1,08	— 0,4°	770,5	SW 1	Klar, unbed., Schneedecke 2 cm.
25. I.	11—12	—	—	—	0,105	0,101	1,04	— 3,3°	762,0—760,8	O 0	Trübe, g. bed., dichter Nebel, 2 cm Schneed.
26. I.	10—11	0,53	0,67	0,79	leicht. Niederschlag			— 2,9°	764,0	SW $^1/_2$	Trübe, ganz bedeckt, leichter Nebel.
26. I.	10—11	0,50	0,62	0,81	h. Schnee, h. Regen			— 2,9°	764,0	SW $^1/_2$	do. do.
26. I.	2^{30}—3^{30}	1,75	1,40	1,25	1,66	1,21	1,37	— 2,2°	763,2—763,5	SW $^1/_2$	Klar, fast ganz bed., Schneedecke 0,5 cm.
27. I.	2^{30}—3^{30}	1,20	0,79	1,53	0,69	0,44	1,57	— 1°	760,3—760,0	SW 1	Klar, unbed. Sonnenschein.
28. I.	10—11	1,91	1,16	1,60	0,48	0,31	1,55	— 2,2°	762,2—762,0	SW 1	do. do.

Datum	Stunde	In der Laube			Im Freien			Meteorologische Angaben			
		a	$+a$	$\frac{a}{+a}$	a	$+a$	$\frac{a}{+a}$	Therm.	Barometer	Wind	Wetter
29. I.	10—11	0,67	0,59	1,13	0,61	0,53	1,16	+ 2°	760,3	SW 2	Trübe, bedeckt.
30. I.	2^{30}—3^{30}	—	—	—	0,65	0,62	1,05	+ 4°	758,1—757,6	SW 1	Klar, unbed., Sonnenschein.
1. II.	10—11	0,49	0,45	1,09	0,37	0,32	1,16	+ 1°	748,3—747,9	SW 1	do. do.
17. II.	2—3	—	—	—	1,04	0,82	1,26	+ 5,5°	732,1	SSW 2	do. do.
4. III.	3—4	—	—	—	0,45	0,35	1,29	+ 1,7°	756,4—756,7	SW 0	Trübe, ganz bedeckt, leichter Nebel.
5. III.	2^{30}—3^{30}	—	—	—	0,56	0,40	1,39	+ 2°	756,8—757,3	ONO $1^1/_2$	do. do.
7. III.	7^{30}—8^{30}	—	—	—	0,66	0,54	1,23	— 2,1°	756,3—756,1	O 2	Trübe, ganz bedeckt.
15. III.	7^{30}—8^{30}	—	—	—	0,61	0,62	0,98	+ 2°	750,0—749,6	SW 0	do. do.
15. III.	2^{30}—3^{30}	—	—	—	1,62	1,42	1,14	+ 5,4°	751,7	SW 1—0	Klar, unbed., Sonnenschein.
22. III.	10—11	0,44	0,41	1,08	leichter Regen			+ 5,4°	757,7 758,6	NWO	Trübe, ganz bedeckt.
30. III.	11—12	2,55	2,17	1,18	leichter Regen			+ 8°	739,0—737,9	W $^1/_2$	Klar, ganz bedeckt.
31. III.	2^{30}—3^{30}	1,02	0,95	1,08	0,83	0,92	0,92	+ 6,8°	749,5	N $^1/_2$	Klar, wenig bedeckt, Sonnenschein.
1. IV.	6^0—7^0	—	—	—	2,42	1,91	1,27	+ 6,7°	762	SW $^1/_2$ bis $2^1/_2$	Klar, Kumulus. Kleine Böen. Gewitt. stim.
5. IV.	9^{30}—10^{30}	1,79	1,52	1,18	1,14	1,19	0,98	+ 11,4°	760	SW 2	Klar, unbed. Sonnenschein.
8. IV.	3—4	2,60	2,51	1,04	2,17	2,13	1,02	+ 8,5°	752,6—752,4	W 3	do. do.
21. IV.	4—5	1,31	1,17	1,12	0,96	0,90	1,07	+ 15°	752,0—751,5	NO 0	Trübe, Schwül bed. Himmel.
28. IV.	2^{30}—3^{30}	1,99	2,14	0,93	2,22	2,07	1,07	+ 12°	756,3—756,0	W 2	Klar, g. bed. Gewitterstimmung.

29. IV.	2^{30}—3^{30}	3,19	3,15	1,01	2,70	2,54	1,06	+ 12°	756,9—756,3	W	1½	Klar, g. bed. Gewitterstimmung.
31. IV.	10—11	1,88	1,81	1,04	leichter Regen			+ 11°	756,5—756,0	SW	1	Trübe, g. bed.
1. V.	8—9	0,523	0,522	1,002	0,88	0,80	1,10	+ 12°	756,1	SSW	0	Trübe, g. bed. leichter Nebel.
1. V.	10—11	0,84	0,78	1,07	0,94	0,89	1,05	+ 13,5°	756,1	OSO	½	Klar, teilw. bed.
1. V.	12—1	1,04	0,98	1,06	0,76	0,74	1,02	+ 16°	757,1	SO	½	Klar, unbed. Sonnenschein.
2. V.	8^{30}—9^{30}	2,06	1,86	1,11	1,81	1,68	1,07	+ 14,3°	755,0	SW	1	Klar, teilw. bed.
2. V.	11—12	1,51	1,57	0,96	1,35	1,50	0,90	+ 16°	754,3	SW	1½	Klar, unbed. Sonnenschein.
2. V.	2—3	1,63	1,61	1,02	1,88	1,86	1,01	+ 15,7°	753,8	SW	2	do. do.
2. V.	4—5	1,63	1,49	1,10	1,60	1,36	1,15	+ 15,7°	753,0	SW	2	do. do.
2. V.	6°—7°	2,19	2,07	1,06	2,12	1,97	1,07	+ 14,0°	752,6	SW	1½	Klar, teilw. bed. Sonnenschein.
3. V.	7—8	1,23	1,20	1,06	1,27	1,31	0,97	+ 8,5°	752,7	W	½	do. do.
3. V.	9^{30}—10^{30}	1,46	1,37	1,07	1,28	1,35	0,95	+ 9,4°	752,8	SW	1	Klar, wenig bed.
3. V.	11^{30}—12^{30}	1,59	1,66	0,96	1,32	1,36	0,97	+ 11,9°	753,9	SW	1½	do. do.
3. V.	2^{30}—3^{30}	1,78	1,77	1,006	1,66	1,64	1,01	+ 12,4°	755,6	WSW	1	Klar, unbed. Sonnenschein.
4. V.	9—10	0,75	0,79	0,95	0,566	0,543	1,04	+ 8°	753,5—753,2	SO	½	Trübe, g. bed.
4. V.	11^{30}—12^{30}	0,98	0,80	1,11	0,60	0,59	1,02	+ 8,7°	752,8 - 752,3	OSO	½	Klar, g. bed.
5. V.	2—3	1,52	1,40	1,08	1,46	1,30	1,12	+ 10,2°	755,0	NW	1	Klar, unbed. Sonnenschein.
6. V.	12—1	1,51	1,30	1,15	1,67	1,37	1,22	+ 14,3°	750,0—749,9	SSO	½	do. do.
6. V.	2^{30}—3^{30}	1,11	1,17	0,95	1,33	1,34	0,996	+ 14,4°	748,9—748,2	SSO	½	do. do.
7. V.	9—9^{30}	1,35	1,23	1,10	Regen			+ 8,2°	747,0	SW	0	g. bed.
7. V	2—3	1,15	1,04	1,10	1.44	1,20	1,19	+ 10,8°	747,7	SW	0	Klar, teilw. bed. Sonnenschein

Datum	Stunde	In der Laube			Im Freien			Meteorologische Angaben				
		a	$\frac{+}{a}$	$\frac{\bar{a}}{\frac{+}{a}}$	$\bar{a}$	$\frac{+}{a}$	$\frac{\bar{a}}{\frac{+}{a}}$	Therm.	Barometer	Wind		Wetter
13. V.	10—11	1,00	0,83	1,19	0,87	0,79	1,11	+ 11,3°	756,6	S	0	Klar, unbed. Sonnenschein.
14. V.	9^{30}—10^{30}	1,06	0,99	1,07	1,17	1,10	1,06	+ 15°	762,6—762,2	S	0	do. do.
16. V.	8—9	1,72	1,74	0,99	1,60	1,65	0,97	+ 13°	758,3	W	$^1/_2$	do. do.
16. V.	11—12	1,31	1,19	1,11	1,16	1,09	1,06	+ 15,6°	758,3	W	$^1{}_2$	Klar, unbed. Sonnenschein.
17. V	10^{30}—11^{30}	1,11	1,03	1,08	0,96	0,84	1,14	+ 19°	755,6—755,2	S	$^1{}_2$	do. do.
20. V.	2—3	1,40	1,46	0,95	1,08	1,06	1,02	+ 11,2°	757,0—756,3	W	$1^1/_2$	do. do.
21. V.	7—8	1,02	0,90	1,13	0,79	0,76	1,04	+ 8°	759,5	ONO	0	do. do.
22. V.	6^{30}—7^{30}	1,50	1,35	1,11	Regen			+ 10°	756,9—756,6	SW	0	Fast klar, g. bed.
4. VI.	11—12	0,79	0,73	1,08	0,86	0,76	1,14	+ 13,8°	755	N	$^1/_2$	Klar, wen. bed. Sonnenschein.
21. VI.	11—12	1,98	2,07	0,98	2,23	2,12	1,04	+ 17,7°	756,9—756,6	W	1	do. do.
22. VI.	10—11	1,66	1,64	1,01	1,95	1,93	1,01	+ 14°	763,9—763,7	WSW	$1^1/_2$	Klar, f. g. bed.
24. VI.	2—3	1,33	1,25	1,06	1,41	1,25	1,23	+ 15°	756,1—755,7	W	0	Klar, f. g. bed.
25. VI.	3—4	1,88	1,62	1,16	1,93	1,68	1,15	+ 13°	744,0—743,8	SW	$2^1/_2$	Klar, teilw. bed. Zeitw. Sonnenschein.
26. VI.	3—4	2,15	2,11	1,02	2,50	2,38	1,05	+ 14°	750,2	WSW	$2^1/_2$	do. do.
27. VI.	2—3	2,64	2,46	1,07	2,47	2,32	1,07	+ 14,2°	754,8	W	1	do. do.
28. VI.	3—4	2,92	2,68	1,09	2,88	2,74	1,05	+ 12,6°	755,6	W	$2^1/_2$	Klar, g. bed.
30. VI.	3—4	1,73	1,61	1,08	1,48	1,38	1,07	+ 16,4°	758,8	ONO	0	Klar, unbed. Sonnenschein.
1. VII.	3—4	1,56	1,41	1,11	1,29	1,25	1,04	+ 20°	753,5	SO	0	do. do.

Aus diesen Werten ergeben sich als Durchschnittswerte für das erste Halbjahr 1904:

In der Laube: $\bar{a} = 1{,}460$ $\overset{+}{\bar{a}} = 1{,}356$ $\frac{a}{\overset{+}{a}} = 1{,}086$

Im Freien: $\bar{a} = 1{,}281$ $\overset{+}{\bar{a}} = 1{,}181$ $\frac{a}{\overset{+}{a}} = 1{,}085.$

Die Elektrizitätszerstreuung in der Laube ist also tatsächlich grösser als im Freien und zwar um etwa 12 Prozent. Die Quotienten der Zerstreuungskoeffizienten sind, wie von vornherein erwartet werden konnte, nicht von einander verschieden.

Als Extremwerte erhielt ich im Freien ein Maximum von $\bar{a} = 2{,}88$ und $\overset{+}{\bar{a}} = 2{,}74$ am 28. Juni bei konstantem Luftdruck von 758,8 mm, schlechtem Wetter, völlig bedecktem Himmel und starkem Westwind; ein Minimum von $a = 0{,}105$ und $\overset{+}{a} = 0{,}101$ am 25. Januar, bei schlechtem Wetter, sehr dichten Nebel, sinkenden Luftdruck, Ostwind von der Stärke 0 und einer etwa 2 cm hohen Schneedecke über dem Boden. Als Extremwerte in der Laube erhielt ich ein Maximum von $\bar{a} = 3{,}19$, $\overset{+}{\bar{a}} = 3{,}15$ am 29. April, bei sinkendem Luftdruck, klarer schwüler Luft, bedecktem Himmel und Westwind von der Stärke $1^1/_2$; ein Minimum von $a = 0{,}38$, $\overset{+}{a} = 0{,}34$ am 20. Januar, bei sinkendem Luftdruck, geringer Transparenz der Luft, bedecktem Himmel, Nordostwind von der Stärke 1 nach kurz vorher stattgefundenem Schneefall.

Versucht man eine Abhängigkeit der Werte für die Zerstreuungskoeffizienten von den meteorologischen Angaben festzustellen, so ist von vornherein zu bemerken, dass die Schwankungen am Thermometer nicht mit den Schwankungen der Zerstreuungswerte in Einklang zu bringen sind. Etwas günstiger liegen die Verhältnisse für die Notierungen der Luftdruckmessungen; häufig entsprechen einem Sinken des Luftdrucks grössere Zerstreuungswerte und einem Steigen kleine Werte der Zerstreuung. Durch Mittelbildung der Zerstreuungswerte im Freien erhält man:

Höhe d. Barometerst:	unter 745 mm	745-755 mm	755-765 mm	über 765 mm
Mittelwert für $\bar{a}$:	1,67	1,39	1,21	0,46
Mittelwert für $\overset{+}{a}$:	1,50	1,29	1,12	0,38
Anzahl d. Beobacht. :	7	24	34	4

Hieraus ergibt sich eine deutliche Abnahme der mittleren Zerstreuungswerte mit wachsendem Luftdruck. Wenn nun bei gleichem Luftdruck mitunter die Zerstreuungswerte völlig verschieden von einander sind, so hat dies seinen Grund in andern Ursachen, die bei dem Vergleich der Windrichtungen und Windstärken mit den Zerstreuungskoeffizienten ihre Erklärung finden. Bezüglich der Windstärken beziehen sich die gemachten Angaben auf die Skala 0 bis 6, wo 0 Windstille und 6 Orkan bedeutet. Elster und Geitel haben schon nachgewiesen, dass die Zerstreuung mit der Windstärke wächst. Hinsichtlich der Windrichtungen ist zu sagen, dass die grossen Zerstreuungswerte bei westlichen, die kleinen bei östlichen Winden erreicht wurden. Wahrscheinlich hat dies seinen Grund allein in der Lage des Beobachtungsortes; das Institut liegt ziemlich am Westrande der Stadt, westliche Winde tragen die Luft in noch leidlich rauch- und staubfreiem Zustand am Institut vorbei; bei östlichen Winden hingegen streicht die Luft über die ganze Stadt hinweg und büsst infolge des Strassenstaubes — Jonen werden an Staub gebunden und daher unbeweglich —, des Rauchs der vielen Schornsteine und ähnlicher Dinge viel von ihrem ursprünglichen Jonengehalt ein. Ähnliche Erfahrungen machten Elster und Geitel in Wolfenbüttel und Wesendonk in Berlin.

Je klarer die Luft war, also je besser ihre Transparenz, desto grösser ergaben sich die Zerstreuungskoeffizienten; ob die Trübung der Luft durch Nebel, Rauch oder Staub verursacht wurde, blieb dabei ziemlich gleichgültig. Die kleinsten Zerstreuungskoeffizienten überhaupt erhielt ich bei so dichtem Nebel, dass man über 20 m Entfernung hinaus nichts mehr sehen konnte.

Dem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft soll nach Elster und Geitel[1]) kein Einfluss auf die Zerstreuung beizumessen sein. Nach den Notierungen der hiesigen kgl. preussischen meteorologischen Station, die mir von dem Vorsteher derselben in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt wurden, konnte auch ich keine Abhängigkeit der Zerstreuung von dem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft feststellen.

Von den sonstigen meteorologischen Angaben verdient noch die Tatsache Erwähnung, dass in der Zeit vom 19. bis zum 26. Januar, wo eine mehrere Zentimeter hohe Schneedecke über dem Boden lag, die Zerstreuungswerte einen sonst nicht wieder erreichten Tiefstand einnahmen bei gleichzeitig hohem Luftdruck, während die grösseren Werte an Tagen mit Gewitterstimmung oder ausgesprochener Haufenwolkenbildung erzielt wurden. Diese Resultate zeigen eine gute Übereinstimmung mit den von Czermak für Innsbruck[2]) gefundenen.

Betrachte ich die monatlichen Durchschnittswerte der Zerstreuung im Freien, so erhalte ich ein Minimum im Januar mit $\bar{a} = 0{,}885$ und $\overset{+}{\bar{a}} = 0{,}767$, ein Maximum im Juni mit $\bar{a} = 1{,}968$ und $\overset{+}{\bar{a}} = 1{,}838$. Dem Maximum steht der Aprilwert mit $\bar{a} = 1{,}935$ und $\overset{+}{\bar{a}} = 1{,}790$ nicht viel nach. Märzwerte sind $\bar{a} = 0{,}92$, $\overset{+}{\bar{a}} = 0{,}82$; Maiwerte sind $\bar{a} = 1{,}26$ und $\overset{+}{\bar{a}} = 1{,}20$. Eine deutlich ausgeprägte tägliche Periode vermag ich aus meinen Beobachtungen nicht abzulesen, weder ein Maximum um die Mittagszeit, mit Elster und Geitel[3]), noch ein Minimum zwischen 11^h und 12^h a. m. und Maximum zwischen 4^h und 5^h p. m. mit Czermak.[2])

Ich habe die Elektrizitätszerstreuung auch an anderen Orten gemessen, in Bad Neu-Ragoczi und in Bad

1) Elster u. Geitel, Berichte d. Wien. Akad. M. N. Kl. 111. IIa. 1902. pag. 9463 ff.

2) Czermak, Phy. Z. 4. 1903. p. 271.

3) Elster u. Geitel, Berichte d. Wiener Akad. M. N. Kl. 111. IIa. 1902. pag. 9468 ff.

Dürrenberg. In Ragoczi habe ich im Freien und im Quellhause, in dem sich eine radioaktive Quelle befindet, beobachtet. Ein Unterschied zwischen den Zerstreuungswerten ergab sich nicht. In Bad Dürrenberg, wo grosse Gradierwerke stehen, die aus radioaktiven Soolquellen gespeisst werden, beobachtete ich die Elektrizitätszerstreuung am Nachmittage des 23. Juni bei NW. 2, klarer Luft, bedecktem Himmel (Cumuluswolken) und am Vormittag und Mittag des 1. Juli bei NO. 0, konstantem schönen Wetter, unbedecktem Himmel und Sonnenschein. Die Messungen wurden an verschiedenen Stellen des Gradierwerkes, die im beigefügten Lageplan durch Kreuz mit Datum angegeben sind, in unmittelbarer Nähe des Werkes, und zwar jedesmal auf der Windseite und im Windschatten, vorgenommen und zeitigten folgende Resultate:

Gradierwerk III. 23. Juni: Ostseite: Windschatten $\bar{a} = 3{,}094$;
$\overset{+}{a} = 3{,}066$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 1{,}009$;
„ „ Westseite: Windseite $\bar{a} = 2{,}498$;
$\overset{+}{a} = 2{,}461$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 1{,}015$.

Gradierwerk II. 1. Juli. Westseite: Windschatten $\bar{a} = 1{,}338$;
$\overset{+}{a} = 1{,}277$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 1{,}048$;
„ „ Ostseite: Windseite $\bar{a} = 1{,}285$;
$\overset{+}{a} = 1{,}350$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 0{,}952$.

Querstück „ Südseite: Windschatten $\bar{a} = 1{,}557$;
$\overset{+}{a} = 1{,}431$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 1{,}090$;
„ „ Nordseite: Windseite $\bar{a} = 1{,}713$;
$\overset{+}{a} = 1{,}537$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 1{,}114$.

Gradierwerk I. 1. Juli. Westseite: Windschatten $\bar{a} = 2{,}158$;

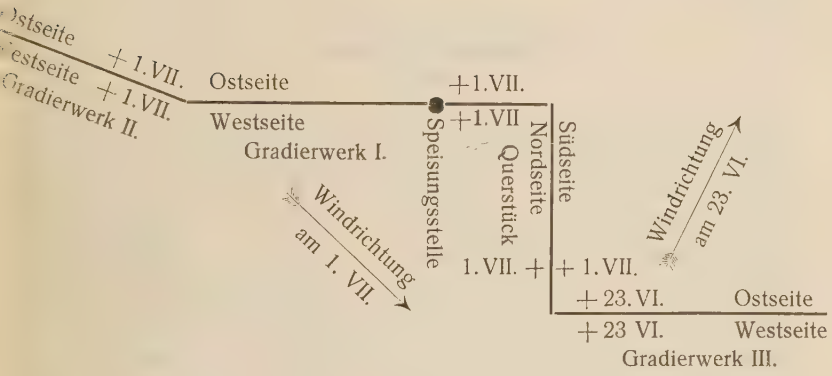
$\overset{+}{a} = 1{,}929$; $\frac{a}{\overset{+}{a}} = 1{,}119$;

„ „ Ostseite: Windseite $\bar{a} = 2{,}133$;

$\overset{+}{a} = 1{,}932$; $\frac{\bar{a}}{\overset{+}{a}} = 1{,}104$;

Institutsgarten 1. Juli (als Vergleich): $\bar{a} = 1{,}29$; $\overset{+}{a} = 1{,}25$;

$\frac{a}{\overset{+}{a}} = 1{,}04$.



Bei sehr geringer Luftbewegung ergab sich kein Unterschied zwischen Windseite und Windschatten, wie ja auch nicht anders zu erwarten stand. Bei mittlerer Windstärke ist schon ein deutlicher Unterschied zu bemerken, die Werte im Windschatten sind jetzt um 25 % grösser als die auf der Windseite. Ganz besonders aber interessant ist die Änderung der Zerstreuungswerte mit der Entfernung von der Speisungsstelle des Gradierwerkes. Die Speisung erfolgt, wie schon bemerkt wurde, aus radioaktiven Soolquellen. An dieser Speisungsstelle nun ergaben sich die grössten Zerstreuungskoeffizienten; kleiner waren sie schon beim Querstück in etwa 90 Meter Entfernung von der Speisungsstelle, am kleinsten

beim Gradierwerk II in 160 Meter Entfernung; doch auch hier waren die Werte immer noch eine Kleinigkeit grösser als die zwei Stunden später im Institutsgarten beobachteten.

Diese Beobachtungen stimmen mit der von Himstedt[1] gefundenen Erscheinung, dass Quellwasser, das, direkt an der Quelle aufgefangen, sich als stark aktiv erwies, 50 Meter von der Quelle schon weniger stark aktiv war, nachdem es 200 Meter über Geröll geflossen war, seine Aktivität völlig eingebüsst hatte, gut überein, ebenso mit der von Wallstabe[2] gefundenen Tatsache, dass aktive Flüssigkeiten Emanation ausgeben.

2.
Drahtaktivierungen.
(Fig. II.)

Einen zweiten Nachweis der Radioaktivität der atmosphärischen Luft gewinnt man durch Drahtaktivierungen. Elster und Geitel[3]) zeigten, dass, wenn man einen in der freien Luft isoliert aufgehängten Draht mehrere Stunden lang auf einem negativen Potential von mehreren Tausend Volt erhält, dieser Draht sich naher als radioaktiv erweist oder was dasselbe ist, die elektrische Leitfähigkeit der Luft in seiner Nachbarschaft wächst. Sie erklären es dadurch, dass die Atmosphäre einige radioaktive Bestandteile enthält, die von der negativ elektrischen Drahtoberfläche angezogen werden. Wir haben es hier also mit der Erscheinung der induzierten Aktivität zu tun, die von Curie entdeckt wurde.

Über meine diesbezüglichen Versuche, die ich während der Monate Januar bis Mai vornahm, möchte ich nun berichten. Als zu aktivierende Drähte benutzte ich 2 gleiche Kupferdrähte von je 10 m Länge und 0,6 mm Durchmesser, die abwechselnd — im Garten — ausgespannt und von einem Zimmer des Erdgeschosses 2 Stunden lang auf einem Potential

1) Himstedt, Ber. d. naturf. Gesellschaft zu Freiburg. Bd. XI 1903. p. 1813 ff. oder: Drudes Annalen 1904. Heft 3.

2) Wallstabe: Dissert. Halle 1903. pag. 26.

3) Elster u. Geitel, Phys Zeitschr. 2. pag. 563.

von 2500 Volt gehalten wurden. Diese Masse halten sich im Rahmen der von Elster und Geitel[1]) empfohlenen. Nach ihnen ist die Aktivität der Drähte ihrer Länge proportional; unabhängig ist sie von der Natur des Metalls, vom Durchmesser des Drahts, sofern derselbe einen Millimeter nicht überschreitet, und bei dünnen Drähten unabhängig von der Höhe des Potentials, auf welches der Draht gebracht wurde, sobald dieses nur 2000 Volt übersteigt; ferner ist nach ihnen die Aktivierung im wesentlichen nach einer Expositionszeit von 2 Stunden beendet. 2 Drähte wurden verwendet, um an manchen Tagen 2 Aktivierungen vornehmen zu können; nun aber ist die auf dem Draht induzierte Aktivität erst nach circa 24 Stunden völlig verschwunden, resp. nicht mehr wahrnehmbar.

Als Elektrizitätsquelle benutzte ich eine Influenzmaschine, die durch einen Heissluftmotor getrieben wurde. Der Motor, der mit Wasserkühlung versehen war und durch eine Gasflamme geheizt wurde, arbeitete die 2 Stunden lang völlig gleichmässig und ruhig. Seine Geschwindigkeit liess sich durch eine Bremsvorrichtung regulieren. Der positive Pol der Influenzmaschine wurde bei Aktivierungen mit negativem Potential zur Erde abgeleitet; dem negativen Pol gegenüber wurde ein am vorderen Ende zugespitzter, in einer Ebonitröhre steckender Draht in 0,5 bis 1 cm Entfernung aufgestellt. Dieser Draht führte nun zu einem durch das Holz des Fensterkreuzes in einer Ebonitröhre hindurchgeführten Draht, dessen äusseres Ende, das zum Schutz gegen Regen durch ein grösseres Messingstück überdacht wurde, in eine Öse auslief. An dieser Öse wurde nun das eine Ende des zu aktivierenden Drahtes befestigt, der Draht ausgespannt, und das zweite Ende an einer von Elster und Geitel[2]) beschriebenen, mit Natriumtrocknung versehenen Isolierstütze aufgehängt, die ihrerseits an einem Gestänge befestigt war. Eine gut isolierende Stütze

1) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 4. 1903. pag. 96.
2) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 3. 1902. pag. 305 ff.

ist zwar nicht notwendig, aber immerhin von Vorteil. Um nun die Höhe des Potentials des exponierten Drahtes kontrollieren zu können, ging von dem im Zimmer gelegenen Ende des durch das Fensterkreuz geführten Drahtes eine Verbindung zu dem Knopf eines Braun'schen Elektroskops; um ferner das Potential gleichmässiger zu gestalten, wurde eine grosse Leydener Flasche dem Elektroskop parallel geschaltet, deren äussere Belegung zur Erde abgeleitet wurde. An einem Goldblattelektroskop wurde wiederholt das Vorzeichen des Potentials geprüft.

Zum Nachweis des radioaktiven Zustandes des auf die angegebene Weise 2 Stunden lang mit negativer Ladung der Luft ausgesetzt gewesenen Drahtes benutzte ich die von Elster und Geitel[1]) angegebene Methode. Ich verwendete ihren zur Messung der Elektrizitätszerstreuung dienenden Apparat; der zugehörige Schutzzylinder war auch nach unten durch eine abnehmbare, mit zentraler Öffnung versehene Metallplatte geschlossen, durch deren Mitte der Stiel des Zerstreuungskörpers hindurchging. In den so entstandenen Raum liess sich ein Zylinder aus verzinktem Eisendrahtgeflecht von 14 cm Höhe so einfügen, dass er der Innenfläche des Schutzzylinders gut anlag. Der zwei Stunden lang exponierte Draht wurde auf den Drahtgeflechtzylinder aufgewickelt und möglichst schnell in den Apparat eingeführt, dieser durch seinen oberen Deckel geschlossen und der Zerstreuungskörper durch Berühren seines Stiels mit dem negativen Pol einer Zambonischen Säule geladen und nun das, je nach dem Grade der Aktivierung mehr oder minder schnelle Zusammenfallen der Blättchen des Elster und Geitel'schen Elektroskops beobachtet.

Die Zeit zum Abstellen des Motors und der Influenzmaschine, zum Aufwickeln des Drahtes, Hinaufbringen nach dem Beobachtungsort, einem im 2. Stockwerk gelegenen Zimmer, Einführen in den Apparat, Schliessen und Laden betrug im Höchstfalle 3 Minuten. Vor Beendigung der

1) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 3. 1902, pag. 365 ff.

Aktivierung wurde noch der durch die normale Jonisation der Luft im Zerstreuungsraume bewirkte Spannungsverlust für 15 Minuten bestimmt. Dieser Betrag wurde von dem Potentialverlust abgezogen, der sich nach Einführen des Drahtes in 15 Minuten ergab und damit der durch die Aktivierung des Drahtes allein verursachte Spannungsverlust erhalten. Um nun die Messungen an verschiedenen Orten vergleichen zu können, führten Elster und Geitel[1]) die sogenannte „Aktivierungszahl A“ ein, die allerdings noch von den Dimensionen des Zerstreuungsraumes (in meinem Falle 14 cm Höhe, 19 cm Weite und circa 4000 cbcm Inhalt) abhängig ist. Mit Elster und Geitel setzte ich $A = 1$, wenn die auf 1 m Draht und eine Stunde berechnete Potentialerniedrigung 1 Volt betrug.

In einer tabellarischen Übersicht gebe ich nun die von mir gefundenen Aktivierungszahlen, zum Vergleich dazu die während derselben Zeit gefundenen Zerstreuungskoeffizienten und einige meteorologische Angaben.

---

1) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 4. 1903. pag. 96.

1. Drahtaktivierungen mit negativem Potential.

Datum	Stunde	A	Im Freien $\bar{a}$	Im Freien $\overset{+}{a}$	Barometer	Wind	Wetter
14. I.	10—12	6,16	0,98	0,81	736,7	SW $1^1/_2$	Unbed., Klar.
14. I.	2^{30}—4^{30}	14,52	2,05	2,03	734,9	SW $2^1/_2$	Teilw. bed., Klar.
15. I.	10^{30}—12^{30}	16,12	2,18	2,06	742,6—743,2	SW 2	Fast völlig bed., Trübe.
16. I.	3^{30}—5^{30}	8,20	1,15	1,11	745,5	SW $1^1/_2$	Teilw. bed., Trübe.
18. I.	11^{30}—1^{30}	21,24	Schneefall		758,1—756,6	SW 1	G. bedeckt, Trübe.
19. I.	11^{30}—1^{30}	7,80	0,47	0,38	767,3	NO $^1/_2$	Unbed., Klar.
20. I.	10^{30}—12^{30}	5,36	0,52	0,45	770,8—770,3	NO 1	Bedeckt, Trübe.
22. I.	11^{30}—1^{30}	3,96	0,36	0,24	771,5—771,8	NW 0	G. bed., Trübe, leicht. Nebel.
23. I.	2^{30}—4^{30}	12,24	0,48	0,45	770,5	SW 1	Unbed., Klar.
25. I.	10^{15}—12^{15}	10,72	0,105	0,101	762,0—760,8	O 0	Dichter Nebel, Trübe.
26. I.	9^{30}—11^{30}	14,76	Feiner Niederschl. halb Schnee, halb Regen		764,0	SW $^1/_2$	Trübe, leichter Nebel.
27. I.	2—4	19,48	0,69	0,44	763,3—763,0	SW 1	Unbed., Klar.
28. I.	9^{30}—11^{30}	18,16	0,48	0,31	762,2—762,0	SW 1	„ „
29. I.	9^{30}—11^{30}	31,12	0,61	0,53	760,3	SW 2	Bed., ein wenig trübe.
30. I.	2^{15}—4^{15}	13,20	0,65	0,62	758,1—757,6	SW 1	Unbed., Klar.

Datum	Stunde	A	Im Freien		Barometer	Wind	Wetter
			$\bar{a}$	$\overset{+}{a}$			
1. II.	10—12	14,88	0,37	0,32	748,3—747,9	SW 1	Unbed., Klar.
17. II.	2—4	14,00	1,04	0,82	732,1	SSW 2	„ „
4. III.	2^{30}—4^{30}	13,20	0,45	0,35	756,4—756,7	SW 0	Bed., Trübe, leicht. Nebel.
5. III.	2^{15}—4^{15}	6,24	0,56	0,40	756,8—757,3	ONO $1^1/_2$	G. bed., etwas trübe.
7. III.	7—9	6,92	0,66	0,54	756,3—756,1	O 2	Bed., nahezu klar.
15. III.	7^{30}—9^{30}	27,40	0,61	0,62	750,0—749,6	SW 0	„ „ „
15. III.	2—4	14,12	1,62	1,64	751,7	SWO1	Wenig bed., Klar.
22. III.	9^{30}—11^{30}	5,12	leichter Regen		757,7—758,6	NW $^1/_2$	G. bed., Trübe.
30. III.	10^{30}—12^{30}	23,92	leichter Regen		739,0—737,9	SW 1	Trübe, bedeckt.
31. III.	2^{15}—4^{15}	5,12	0,83	0,92	749,5	N $^1/_2$	Fast unbed., Klar.
8. IV.	2^{30}—4^{30}	12,80	2,17	2,13	752,6—752,4	W $2^1/_2$	Unbed, Klar.
28. IV.	2^{15}—4^{15}	14,90	2,22	2,07	756,3—756,0	W 2	G. bed., Trübe, schwül.
29. IV.	2^{15}—4^{15}	20,12	2,70	2,54	756,9—756,3	W $1^1/_2$	G. bed., schwül, nicht bes. klar.
30. IV.	9^{30}—11^{30}	25,04	feiner Regen		756,5—756,0	SW 1	G. bed., etwas trübe

Ich habe auch einige Drahtaktivierungen mit positivem Potential vorgenommen. In diesem Falle wurde der negative Pol der Influenzmaschine zur Erde abgeleitet und der zugespitzte Draht, von dem die Verbindung zum exponierten Draht führte, dem positiven Pol der Influenzmaschine gegenüber aufgestellt. Ich erhielt folgende Resultate.

2. Drahtaktivierungen mit positivem Potential.

Datum	Stunde	A	Im Freien $\bar{a}$	Im Freien $+\bar{a}$	Barom.	Wind	Wetter
26. I.	2—4	1,12	1,66	1,21	763,2 bis 763,5	SW $^1/_2$	g. bed., klar
1. V.	7^{30}—9^{30}	1,36	0,88	0,80	756,1	SSW 0	g. bed., trübe, leichter Nebel
1. V.	10—12	1,72	0,94	0,89	756,1	OSO $^1/_2$	wenig bed., klar
2. V.	8—10	0,96	1,81	1,68	755,0	SW 1	teilw. bed., klar
2. V.	11—1	1,00	1,35	1,50	754,3	SW $1^1/_2$	unbed., klar
3. V.	6^{45}—8^{45}	1,16	1,27	1,31	752,7	W $^1/_2$	bed., klar
3. V.	9^{30}—10^{30}	0,96	1,28	1,35	752,8	SW 1	wenig bed., klar

Ich erhalte aus diesen Werten als Durchschnittszahlen

für **negatives Potential** $A = 14{,}03$
für **positives Potential** $A = 1{,}18$.

Die Aktivierung bei negativem Potential war ungefähr 12 mal so stark, als die bei positivem Potential. Bei negativem Potential ergaben sich als Extremwerte ein Minimum von $A = 3{,}96$ bei sehr hohem Barometerstand und Ansteigen des Luftdrucks, ein Maximum von $A = 31{,}12$ bei mittlerem konstanten Luftdruck. Eine Abhängigkeit der Aktivierungszahlen von Windrichtung, Windstärke, Transparenz der Luft, Bewölkung des Himmels und relativem Feuchtigkeitsgehalt der Luft vermochte ich nicht festzustellen; hingegen ergibt sich ein Zusammenhang zwischen den Werten von A und den Mittelwerten von $\bar{a}$. Die Mittelwerte von $\bar{a}$ steigen deutlich mit zunehmenden A.

Aktivierungszahl A zwischen	0—10	10—15	über 15
Mittelwert von a	0,65	1,0 circa	1,5 circa
Anzahl der Beobacht.	9	11	9

In dieser Hinsicht stehen meine Beobachtungen mit den von Gockel[1]) in Freiburg (Schweiz) gefundenen Resultaten in guter Übereinstimmung, in anderer Beziehung weniger gut. Während Gockel bei hohem Luftdruck und Ansteigen des Luftdrucks seine grössten Aktivierungszahlen findet, erhalte ich dann gerade die kleinsten Werte (20. und 22. Januar). Überhaupt erhielt ich meine grossen Aktivierungszahlen fast stets bei sinkendem Luftdruck, die kleinen hingegen beim Wachsen des Luftdrucks. Insofern stimmen meine Resultate mit den Angaben Elster und Geitels[2]) überein und helfen ihre Annahme, dass der grösste Teil der in der Atmosphäre vorhandenen radioaktiven Emanation aus dem Boden stammt, befestigen.

Interessant ist der 15. März; von 7^h 30—9^h 30 a. m. habe ich bei sinkendem Luftdruck (750—749,6) die hohe Aktivierungszahl $A = 27{,}40$, am frühen Nachmittag von 2^h—4^h, nachdem inzwischen das Barometer um **2 mm** auf 751,7 gestiegen ist, nur noch $A = 14{,}12$ bei sonst nahezu gleichen Witterungsbedingungen.

In keinem Einklang stehen meine Resultate bei positivem Potential mit denen Elster und Geitels. Wie sie mitteilen,[3]) liess ein von ihnen exponierter, auf positivem Potential gehaltener Platindraht von 13 m Länge in Übereinstimmung mit ihren früheren Versuchen eine unzweideutige Aktivierung nicht erkennen. Meine Drahtaktivierungen sind, wie schon erwähnt, in dem am Institut gelegenen Garten vorgenommen. Wohl befanden sich in dem diesem Garten entgegengesetzten Flügel des Instituts radioaktive Präparate, aber wohlverwahrt in zugeschmolzenen Glasröhren oder zugelöteten Bleibüchsen

1) Gockel: Phys. Zeitschr. 5. 1904. pag. 591 ff.
2) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 4. 1903. pag. 96.
3) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 4. 1903. pag. 97.

und mehr als 50 m Entfernung. Ein Einfluss dieser Präparate ist daher sicher von der Hand zu weisen. Meine Versuche ergaben nun, wie bereits mitgeteilt wurde, eine Durchschnittsaktivierungszahl, die nur 12 mal kleiner war, als die bei negativem Potential, trotzdem gerade an diesen Tagen die durch die normale Jonisation der Luft bewirkten Spannungsverluste mit die höchsten Werte erreichten.

3.
Über die Radioaktivität des Erdreiches und der Bodenluft.

(Fig. III und IV.)

Die von H. Geitel[1]) gemachte Beobachtung, dass ein völlig abgeschlossenes Quantum Luft — ein Einwandern der Jonen von aussen her ist also unmöglich — ein deutlich messbares Ansteigen der Leitfähigkeit mit der Zeit erkennen liess, ist der Ausgangspunkt für die Versuche über die Radioaktivität des Erdreiches und der Bodenluft geworden.

Nachdem Elster und Geitel durch ihre verschiedenen Versuche mit abgeschlossenen Luftquantis, insbesondere aber durch ihren Sechs-Wochen-Kesselversuch festgestellt hatten, dass die in der Luft nachweislich vorhandene Emanation sich nicht in ihr spontan bildet, blieb als einzige Möglichkeit nur die, dass die Emanation dem Erdboden selbst entstammt. Sie haben zuerst dahingehende Versuche angestellt, von denen ich einige im hiesigen Institut während der Monate Februar, März, Mai und Juni wiederholte. Als Apparat benutzte ich im Prinzip den von Elster und Geitel[2]) zur Untersuchung von Erdproben und Quellsedimenten verwendeten.

Auf eine metallene Grundplatte wurde um eine zylindrische Erhöhung in der Mitte der Platte ein ringförmiger Behälter aus Zinkblech von 2 cm Höhe, der zur Aufnahme der Bodenprobe diente, auf die Erhöhung selbst das Elster und Geitel'sche Elektroskop mit Zerstreuungskörper gesetzt.

1) H Geitel, Phys. Zeitschr. 2. 1901. pag. 116.
2) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 5. 1904. pag. 321 ff.

Über das Ganze wurde dann ein mit dem unteren Rande fest anschliessender, aus geschwärztem Messingblech gefertigter Zylinder gesetzt; oben und unten angebrachte, mit dicht haltenden Hähnen versehene Röhren dienten zur Einführung der eventuell zu prüfenden Luftprobe. Die Ablesung am Elektroskop geschah mit Hülfe von zwei diametral angebrachten quadratischen Fenstern; das eine Fenster diente zum Belichten der Skala, das andere ermöglichte eine immerhin leidlich gute Ablesung. Der Durchmesser des Zylinders betrug 18 cm, die Höhe 34 cm, das Volumen also etwa 8,6 cbdcm Inhalt. Durch den oberen Tubus wurde mittels einer in einer Stopfbüchse verschiebbaren isolierten Sonde das Elektroskop geladen, zusammen mit dem Zerstreuungskörper, nach dem Laden die Sonde hochgezogen, zur Erde abgeleitet und das mehr oder minder schnelle Zusammenfallen der Blättchen beobachtet.

War die Glocke mit Luft gefüllt, die bei geöffnetem Fenster dem Zimmer entnommen war, so betrug der anfängliche Potentialverlust 12 bis 14 Volt in der Stunde. Diese 12 bis 14 Volt stellen also die durch die normale Jonisation der Luft unter der Glocke verursachte Elektrizitätszerstreuung dar. Während der Monate Februar und März habe ich nun verschiedene Male aus dem Erdboden aufgesaugte Luft in dem beschriebenen Apparat untersucht.

Bei der Entnahme von diesen Luftproben aus dem Erdboden benutzte ich das von Elster und Geitel angegebene Verfahren.[1]) Ich bohrte mit einem starken Eisenbohrer von $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser ein etwa 1,5 m tiefes Loch in die Erde, sei es in Gartenerde, ein Konglomerat aller möglichen Erdarten oder in Porzellanerde. Mit Luft aus diesen beiden Erdarten stellte ich die Versuche an und wiederholte sie häufig mit wechselndem Erfolge. In das Bohrloch senkte ich eine 1,5 m lange Eisenröhre circa 1,3 m tief hinein. Die Erde wurde an die Röhre angedrückt und

1) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 3. pag. 574 ff.

etwas mit Wasser angegossen, damit an der äusseren Röhrenwand keine Luftzirkulation erfolgen konnte. In dem herausragenden Ende der Röhre steckte in einem fest anschliessenden Gummistopfen eine kurze Glasröhre. Von dem freien Ende dieser Röhre führte ein Gummischlauch zu dem oberen Hahne einer etwa 3,3 cbdcm grossen Glasbirne, die zur Aufnahme der Bodenluft diente. Diese Birne war mit Wasser gefüllt. Um nun die Bodenluft zu gewinnen, wurden beide Hähne der Birne geöffnet; durch den unteren lief das Wasser in einem Schlauch ab, in den noch eine Glaskugel eingefügt war, um das Abfliessen kontrollieren zu können; durch den oberen Hahn drang die Luft aus dem Erdreich in die Birne nach; war alles Wasser abgeflossen, so wurden die Hähne der Birne geschlossen und auf gleiche Weise eine zweite Birne gefüllt. Mittels einer einfachen Saugpumpe, deren Wirkung aus der schematischen Zeichnung (Fig. V) ersichtlich ist, wurde nun die in den Birnen enthaltene Luft unter die Glocke gebracht, und das so erhaltene Gemisch von Zimmer- und Bodenluft untersucht. Soviel liessen die Versuche mit Sicherheit erkennen, dass die Leitfähigkeit der Zimmerluft, sowohl mit Gartenluft, als auch mit Luft aus Porzellanerde gemischt, bedeutend grösser war, als wie die der reinen Zimmerluft; das letzte Gemisch gab noch grössere Werte als das erste, und zwar ergab das erste Gemisch durchschnittlich 50 Volt Spannungsabnahme in 15 Minuten, das letzte etwa 30 Volt, gegen 3 Volt bei reiner Zimmerluft. Ferner wurde stets ein Ansteigen der Leitfähigkeit mit der Zeit beobachtet. Nach $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ Stunden wurde ein Maximum erreicht, dann wurden die Werte wieder kleiner.

Ein Beispiel für das An- und Abklingen der Bodenluftemanation werde ich weiter unten im Zusammenhang mit dem Abklingen von Quellwasser- und Radiumemanation geben.

Von Bodenproben habe ich Sande, Lehme, Tone, Braunkohle und Gartenerde untersucht, die ich aus Aufschlüssen in der näheren Umgebung Halles besorgte.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Freiherrn von Fritsch und namentlich Herrn Dr. Wüst, Privatdozenten der Mineralogie und Geologie an der hiesigen Universität, für die mir bei der Gewinnung geeigneter Proben geleisteten Unterstützung mit Rat und Tat meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Die verschiedenen Urgesteine habe ich nicht untersucht, da sie nach Elster und Geitel nicht radioaktiv sein sollen, also keine Emanation auszusenden vermögen. Die Bodenproben wurden aus circa 50 cm Tiefe den Aufschlüssen entnommen; ihr Gewicht in frischem Zustand betrug durchgängig 250 gr. Diese gewonnenen Proben liess ich an der Luft ausgebreitet trocknen, mindestens 14 Tage, damit von vornherein möglichst jede durch den anfangs vorhandenen Feuchtigkeitsgehalt verursachte Störung vermieden wurde. Überdies brachte ich gleichzeitig mit jeder Bodenprobe 50 cbcm Chlorcalcium in einem zylindrischen Gefäss unter die Glocke des Apparates, um die abgeschlossene Luft dauernd trocken zu erhalten. Durch alleiniges Einführen des Behälters mit Chlorcalcium trat keine Erhöhung der Elektrizitätszerstreuung ein. Bemerken möchte ich noch, dass ich nach jedem Versuche, um die an der inneren Oberfläche der Glocke induzierte Aktivität zum schnellen Verschwinden zu bringen, die Glocke etliche Stunden lang gelüftet stehen liess und mehrere Male die Innenseite mit einem Tuch abrieb. In einer tabellarischen Übersicht gebe ich nun die Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen, die ich hauptsächlich während der Monate Mai und Juni vornahm. Die Zahlen bedeuten die Spannungsverluste in Volt pro 1 Stunde.

Art der Bodenprobe	Fundort	Mit Zimmerluft d. h. normal	Nach Einführen der Probe	6 Stunden später	Circa 24 Stunden später	Nach ca. 48 Stunden
1. Diluvialer Schmelzwassersand.	Grube beim Seebener Bahnübergang.	13,1	21,2	21,2	—	—
2. Diluvialer Saalesand.	Kiesgrube in Trotha.	13,0	18,9	18,9	—	—
3. Quarzsand des mittleren Buntsandsteins.	Grube von Ströfer zwischen Halle und Nietleben.	12,4	19,3	19,3	—	—
4. Alluvialer Saalesand.	Grube in Kröllwitz.	12,2	18,8	18,8	—	—
5. Diluvialer Geschiebelehm oder Mergel.	Grube beim Seebener Bahnübergang.	12,2	23,1	25,5	29,3	34,2
6. Alluvialer Auelehm.	Kiesgrube in Trotha.	12,4	23,75	—	—	28,7
7. Kaolinisierte Porphyrkonglomerate des Ober-Rotliegenden.	Gelegentliche Aufschlüsse in Halle Nord.	12,5	27,8	—	35,2	41,9
8. Letten des unteren Buntsandsteines.	Grube von Hensel b. Bh. Nietleben.	12,4	25,5	27,4	32,5(30^{h})	32,6
9. Mergelige Tone des unteren Muschelkalkes.	Grube d. Zementfabrik zwischen Halle und Nietleben.	12,4	26,9	—	32,0	35,7
10. a) Kaolinisierter Porphyr j. Art. Porzellanerde.	Grube in Dreckente bei Sennewitz.	12,8	30,3	—	—	40,5
b) do. do.	do. do.	12,9	30,4	—	37,3	40,6
11. Braunkohle.	Schacht „Carl Ernst“ b. Bahnübergang b. Seeben.	12,4	24,4	29,8(20^{h})	33,0(40^{h}) 34,1(44^{h})	34,8($^{48^{h}}_{72^{h}}$)
12. a) Gartenerde.	Institutsgarten.	12.5	27,5	—	—	34,4
b) do.	do.	12,7	27,7 (am 29. März)	—	—	—

Bei vier verschiedenen Sanden zeigte sich eine anfängliche Zerstreuung, die um 5,9 bis 8,1 Volt pro Stunde grösser war, als die der gewöhnlichen Luft. In den ersten 6 Stunden nach Einführen liess sich bei den Sandproben eine deutlich wahrnehmbare Erhöhung der Zerstreuung nicht konstatieren. Bei allen übrigen Bodenproben, die bereits grössere Anfangswerte ergaben — die Lehme 10,9 bis 11,4 überschüssige Volt pro Stunde, die Braunkohle 12 Volt, die Gartenerde 15 Volt und die Tone 14,5 bis 15,7 Volt —, liess sich schon nach wenigen Stunden eine deutliche Zunahme der Leitfähigkeit der durch die Glocke abgeschlossenen Luft erkennen. Nach 2 Tagen hatte die Leitfähigkeit ihren Höchstbetrag erreicht, der dann konstant beibehalten wurde; jedenfalls liess sich bei den kaolinisierten Porphyrkonglomeraten in 4 Tagen auch nicht die geringste Abnahme nachweisen. Das Ansteigen der Leitfähigkeit geschah bei allen Proben durchaus nicht auf die gleiche Weise; bei Braunkohle z. B. ganz anders als bei den Letten des unteren Buntsandsteins, bei den Lehmen und Porphyrkonglomeraten wieder anders; ebenso wechselte die Zeit, die bis zum Erreichen des Maximums verstrich. Nach Elster und Geitel[1]) ist nun ein Zeichen dafür, dass eine Substanz Emanation ausgibt, dass die Leitfähigkeit der Luft im Apparat um so mehr ansteigt, je länger die Substanz darin belassen wird. Da dies nun bei den von mir untersuchten Bodenproben der Fall ist, müssen auch die Proben Emanation aussenden. Am schwächsten aktiv erwiesen sich die Sande; ihnen folgten die Lehme mit 16,3 bis 22 Volt Maximal-Überschuss, die Gartenerde mit 21,9 Volt und die Braunkohle mit 22,4 Volt. Am stärksten aktiv zeigten sich die Tone, speziell die durch Verwitterung des Porphyrs entstandenen mit 27,7 bis 29,4 Volt Überschuss pro Stunde über die normale Zerstreuung. Auch bei Elster und Geitel zeitigten bei ihren mit Bodenproben aus der Umgebung Wolfenbüttels gemachten Beobachtungen die Tone die grössten

1) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. V. pag. 321. 1904.

Werte. — Nach meinen Untersuchungen kann ich mich der Meinung Elsters und Geitels[1]) nur anschliessen, dass das Vorhandensein freier Jonen in der atmosphärischen Luft zum Teil mitbedingt ist durch die Anwesenheit radioaktiver Substanzen in dem Teile der Atmosphäre, der unterhalb der Erdoberfläche liegt und durch Diffusion mit ihrer oberirdischen Masse in stetem Austausch steht. Hierdurch finden die kleinen Werte der Elektrizitätszerstreuungskoeffizienten ihre Erklärung, die in der Zeit vom 19. bis zum 26. Januar erreicht wurden. Die auf dem Erdboden liegende Schneedecke und der herrschende hohe Luftdruck erwiesen sich als Feinde des erwähnten Austauschs. Zu der von Elster und Geitel angeschnittenen Frage,[2]) ob die natürliche Aktivität der Erdproben bei längerem Aufbewahren konstant bleibt oder abnimmt, kann ich nur bemerken, dass die Gartenerdeprobe, die am 29. März eine anfängliche Zerstreuung von 15 Volt über die normale ergab, am 18. Juni den gleichen Wert zeitigte. Auch bei der Sennewitzer Probe ergab sich in 2 Monaten kein Unterschied.

4.

Über die Radioaktivität des Quellwassers.

Himstedt[3]) machte zuerst die Beobachtung, dass das Wasser aller Quellen, sowie frisch heraufgeholtes Grundwasser die Fähigkeit zeigt, durchgepresste Luft leitend zu machen. Zu ähnlichen Resultaten kam gleichzeitig mit Himstedt J. J. Thomson[4]) mit cambridger Leitungswasser.

Diese Eigenschaft des Quellwassers kommt höchstwahrscheinlich daher, dass sich das Quellwasser beim Durchsickern durch radioaktive Erdschichten durch Absorption mit Emanation

1) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 3. pag. 577 ff.

2) Elster u. Geitel, Phys. Zeitschr. 5. pag. 321 ff.

3) Himstedt, Ber. d. naturf. Gesellschaft zu Freiburg Bd. XIV. 1903. pag. 181 ff.

4) J. J. Thomson, Philosophical Magazine. 6. Serie. 4. pag. 352 ff.

beladet, bezüglich beim Grundwasser, das sich bekanntlich nur auf lehm- oder tonhaltigen Boden sammelt, die im Ton oder Lehm enthaltene Emanation in das Grundwasser hineindiffundiert. Für Radiumemanation ist durch Wallstabe[1]) die Diffusion in Flüssigkeiten nachgewiesen; sie ist deshalb auch für die hier vorkommende Emanation als vorhanden anzusehen.

Zur Untersuchung der Quellwasserproben benutzte ich den zur Untersuchuug von Bodenluft verwendeten Apparat. Die die Probe enthaltende Flasche, die nicht ganz bis zum oberen Rande gefüllt war, wurde durch einen Gummistopfen verschlossen, durch den 2 Glasröhren gingen, die eine bis dicht unter den unteren Rand des Stopfens, die andere bis ziemlich auf den Grund der Flasche. Von der langen Röhre führte ein Gummischlauch zum unteren Hahn des Apparates, von der kurzen ein Schlauch zum Saugventil eines kräftigen Gummigebläses, das auf einer Seite saugte, auf der andern drückte. Vom Druckventil führte der Weg durch eine Trockenröhre, die Clorcalcium enthielt, von da durch eine Watteröhre zum oberen Hahn des Apparates. War nun der durch die normale Jonisation der abgeschlossenen Luft im Apparat verursachte Spannungsverlust pro Stunde bestimmt, so wurden die Hähne geöffnet und die Luft mit Hilfe des Gebläses 20 Minuten lang durch die Quellwasserprobe gepresst und zwar möglichst gleichmässig; in einer Minute wurde das Gebläse circa 60—70 Mal zusammengedrückt. Nach mehrmaligem Durchpressen der Luft durch die Flüssigkeit war der volle Wert der Leitfähigkeit erreicht, es war Gleichgewicht zwischen dem Partialdruck bezüglich der Konzentration an Emanation in Luft und Flüssigkeit im Sinne des Henry'schen bezw. Dalton'schen Gesetzes[2]) vorhanden. In 20 Minuten war dieser Gleichgewichtszustand gewöhnlich erreicht. Die Hähne wurden nun geschlossen und die Leitfähigkeit der im

1) Wallstabe, Untersuchung über die Emanation des Radiums. Dissertation. Halle 1904.

2) v. Traubenberg, Phys. Zeitschr. 1904. 5. pag. 130 ff.

Apparat eingeschlossenen Luft untersucht. Schon die anfängliche Leitfähigkeit zeigte hohe Werte gegenüber der der gewöhnlichen Zimmerluft. Bei allen Proben stieg die Leitfähigkeit mit der Zeit in ziemlich starkem Masse an; in $2\,^1/_2$ Stunden erreichte sie ihren Maximalwert, um dann wieder langsam zu fallen. Tabellarisch angeordnet, gebe ich nun die von mir gefundenen Resultate:

Ort der Herkunft der Quellwasserprobe	Datum der Untersuchung	Spannungsverlust in Volt pro 15 Minuten			Wieviel cbdcm benutzt	Zeit zur Erreichung des Maximums in Stunden	Alter der Probe
		normal	anfängl.	maximal			
Hiesige Saline . .	6. IV.	3,05	26,8	35,8	5,3	$2^1/_4$	frisch
Hiesige Saline . .	24. IV.	3,025	26,3	30,2	5,3	$2^3/_4$	frisch
Ragoczi, Quelle I	9. V.	3,15	85,35	113,15	0,875	$2^1/_2$	1 Tag alt
Ragoczi, Quelle II	10. V.	3,15	71,9	83,9	0,875	$2^1/_4$	2 Tage alt
Wittekind . . .	27. IV.	3,025	624,0	876,0	5,3	2	frisch
Wittekind . . .	29. IV.	3,0	540,0	726,0	5,3	$2^1/_4$	frisch
Wittekind . . .	29. VI.	3,45	691,0	961,5	5,3	$2^1/_2$	frisch
Wittekind . . .	11. VII.	3,425	695	954,0	5,3	$2^1/_2$	frisch
Dürrenberg . . .	24. VI.	3,05	9,5	11,8	0,8	$2^1/_2$	18 Std. alt
Fürstenthal . . .	28. VI.	3,15	68,9	87,0	0,8	$2^1/_2$	frisch
Karlsbader Sprudel	8. VII.	3,5	7,1	8,2	0,8	$2^1/_2$	4 Tage alt
Baden-Baden, Murquelle . .	22. VI.	3,25	149,1	193,2	1,0	$2^1/_2$	3 Tage alt
Gastein, Lainer-Quelle . . .	25. IV.	3,05	159,5	214,2	1,0	$2^1/_2$	8Tage alt
Leitungswasser . .	2. IV	3,05	9,0	12,1	5,3	$2^1/_2$	frisch

Alle von mir untersuchten Proben lassen ein deutliches Ansteigen der Leitfähigkeit erkennen, sie sind also sicher mit radioaktiver Emanation behaftet. Schon das Durchpressen durch Leitungswasser vermochte die Leitfähigkeit bereits auf den dreifachen Betrag der normalen zu steigern. Um die Stärke der Aktivität bei den einzelnen Proben miteinander vergleichen zu können, bedarf es noch einiger Zwischenbetrachtungen; man hat das Alter der Probe zu berücksichtigen und ferner die Menge, die jedes Mal zur Verwendung gelangte.

In bezug auf die letzteren könnte man geneigt sein, einfache Proportionalität zwischen den verwendeten Mengen und den zugehörigen Spannungsverlusten anzusetzen. Dies ist jedoch nicht der Fall, wenn sich auch, wie ich schon jetzt bemerken möchte, die Verhältnisse nicht weit von der einfachen Proportionalität entfernen.

Wittekinder Soole zu entaktivieren, versuchte ich am 20. und 21. April durch wiederholtes Durchpressen frischer Luft. Nach zweistündigem Durchpressen ergab sich eine Leitfähigkeit, die noch $1\,^1/_2$ mal so gross war, wie die normale. Nach weiterem einstündigen Durchpressen konnte eine deutliche Erhöhung der Leitfähigkeit gegenüber der normalen nicht mehr konstatiert werden, wenigstens zunächst nicht. Nach einigen Stunden schien die Zerstreuung zwar etwas grösser zu sein, als die normale; doch ist diese Zunahme der Zerstreuung wohl ganz auf Rechnung des Ansteigens der Leitfähigkeit der normalen Zimmerluft — man hat es ja hier mit abgeschlossenen Luftmengen zu tun — zu setzen mit Rücksicht auf die Versuche von H. Geitel.[1]) Würde wirklich ein Rest Emanation zurückbleiben, so müsste dieser an die im Wasser aufgelösten festen Bestandteile gebunden sein. Um auch dieser Frage näher zu treten, dampfte ich 5,3 cbdcm Soole (Wittekind) und untersuchte den Rückstand mit dem Bodenprobenapparat. Doch trat auch hier keine Erhöhung der Leitfähigkeit ein in der ersten Stunde. Es scheint also kein selbständig aktiver Bestandteil in merklicher Menge in Wittekinder Soole vorhanden zu sein.

Leitungswasser, das über einen Monat in einem dem Beobachtungszimmer benachbarten Raum aufbewahrt wurde, zeigte sich inaktiv, desgl. Wittekinder Wasser, das vom 30. April bis zum 21. Juni in demselben Raum stand. Beide Versuche bestätigen die Annahme Himstedts[2]) und

---

1) Geitel, Phys. Zeitschr. 2. pag. 116 ff.

2) Himstedt, Berichte d. nat. Gesellsch. zu Freib. Bd. XIV. 1903. pag. 181 ff.

v. Traubenbergs,[1]) dass die ionisierende Eigenschaft des Quellwassers auf einer in ihr gelösten Emanation beruht, die wie ein Gas dem Dalton, beziehungsweise Henry'schen Gesetz folgt.

Das Abklingen dieser Emanation habe ich ebenso wie das der Bodenluft- und Radiumemanation verschiedentlich beobachtet.

Legte ich dem Abklingen das logarithmische, von Curie[2]) gefundene Gesetz

$$J_t = J_o \cdot e^{-\lambda t}$$

zu Grunde, wo J_o die Intensität zu Beginn des Abklingens, J_t die Intensität nach t Stunden bedeutet und λ eine Konstante ist, so erhielt ich bei den 3 erwähnten Emanationen Werte von λ, die zwar unter sich sehr gut übereinstimmten, die aber den Curie'schen Wert für Radiumemanation weit überstiegen.[3])

Der Fehler konnte nur am Apparat selbst liegen. Eine nachträglich vorgenommene Prüfung -- mittels einer Saugpumpe wurde Luft aus dem Apparat gesaugt und die Druckverhältnisse im Innern des Apparats an einem Manometer beobachtet — ergab, dass der Apparat nicht dicht hielt, trotzdem Hähne und Rand der Glocke gut eingefettet waren und die in der Stopfbüchse bewegliche Sonde gut abgedichtet war; die Glocke selbst war wie stets mittels Klemmschrauben an der Mettallplatte, auf der sie stand, fest aufgeschraubt. Es blieben nur noch die Fenster übrig, die an dem Undichtsein schuld sein konnten, und in der Tat lag hier der Fehler. Nachdem ich nun mit Klebwachs und ähnlichen Dichtungsmitteln nach Möglichkeit diesen Fehler beseitigt hatte — es war mir fast vollkommen gelungen, wie eine Prüfung an einem Wassermanometer ergab — beobachtete ich in den

1) v. Traubenberg, Phys. Zeitschr. 5. 1904. pag. 130 ff.
2) Curie, C. R. 17. Nov. 1902.
3) $\lambda = 0{,}01182$ für Wittekinder Wasseremanation,
$\lambda = 0{,}01185$ für Radiumemanation,
$\lambda = 0{,}01181$ für Bodenluftemanation. (24.—28. März.)

Tagen vom 20. bis 23. August inklusive noch einmal das Abklingen für Quellwasseremanation (Wittekinder Soole) und fand

$$\lambda = 0{,}008076 \cdot \text{Stunden}^{-1}.$$

Um nun die vielfach erörterte Frage, ob die im Quellwasser enthaltene Emanation vielleicht Radiumemanation ist, mit erklären zu helfen, untersuchte ich auch das Abklingen von Radiumemanation, sowohl bei undichtem, wie dichtem Apparat. Zu diesem Behufe mischte ich inaktives Wasser — es war Leitungswasser, das circa 4 Monate in einem Gefäss in freier Berührung mit der Luft gestanden hatte — mit einigen Kubikzentimetern stark aktivierten destillierten Wassers und presste die Luft des Apparates 35 Minuten lang durch und beobachtete das Maximum der Leitfähigkeit und das Abklingen. Bei dichtem Apparat erhielt ich in den Tagen vom 11. bis 15. August für Radiumemanation

$$\lambda = 0{,}008072 \cdot \text{Stunden}^{-1}.$$

Die Übereinstimmung der Werte für Radiumemanation und Quellwasseremanation ist also eine gute, nicht ganz so gut ist sie mit den von Curie und Rutherford gefundenen Werten $\lambda = 0{,}00724$ und $\lambda = 0{,}00779$ für Radiumemanation. Aber wie schon bemerkt wurde, hielt der Apparat nicht absolut dicht. In Wirklichkeit klingt die Emanation auch langsamer ab, als es nach meinen beiden bisherigen Werten scheinen könnte. Durch einen Versuch konnte ich dies feststellen. Am Morgen des 29. Juni erhielt ich zwei gleichviel Wasser enthaltende Flaschen aus Wittekind. Durch die eine presste ich gleich nach Erhalten 20 Minuten lang Luft des Apparates und erhielt einen maximalen Spannungsverlust von 96,15 Volt pro 90 Sekunden. Die zweite Flasche liess ich in dem neben dem Untersuchungszimmer liegenden Raum verkorkt liegen bis zum 3. Juli. Dann presste ich frische Luft des Apparates durch diese Soole 20 Minuten lang und erhielt einen maximalen Spannungsverlust von 47,1 Volt,

genau 96 Stunden nach Erreichung des ersten Maximums. Berechne ich nun hieraus die Abklingungskonstante, so finde ich $\lambda = 0{,}00743 \cdot \text{Stunden}^{-1}$.

Dieser für Quellwasseremanation gefundene Wert stimmt mit dem Curie'schen Wert für Radiumemanation gut überein. Eine vielleicht noch bessere Übereinstimmung der in der Bodenluft und im Quellwasser enthaltenen Emanation mit der Radiumemanation zeigen die schon angeführten, bei undichtem Apparat erhaltenen Werte

$\lambda = 0{,}01181$, $\lambda = 0{,}01182$ und $\lambda = 0{,}01185$ Stunden^{-1}.

Um nun die bei den verschiedenen Mengen der Proben erhaltenen Spannungsverluste vergleichen zu können, presste ich die Luft des Apparates einmal durch 5,3 cbdcm Wittekinder Soole 30 Minuten lang, ein zweites Mal durch 0,8 Liter. Beide Proben waren zu gleicher Zeit und aus gleicher Tiefe der Quelle entnommen; die Konzentration der Emanation war also im Momente des Einfüllens in die Flaschen die gleiche. Unter Berücksichtigung der durch die normale Jonisation der Luft bewirkten Spannungsverluste erhielt ich bei Benutzung von 5,3 cbdcm 55 Volt Spannungsverlust pro 1 Minute, bei 0,8 cbdcm 9,8 Volt Spannungsverlust pro 1 Minute nach Beginn der Beobachtung, also nach Schluss des Durchpressens; 30 Minuten später 61,5 Volt resp. 10,9 Volt; 60 Minuten nach Beginn 66 Volt resp. 11,8 Volt. Hierbei ist noch zu beachten, dass die unter Benutzung der 0,8 cbdcm Wasser erhaltenen Werte der Spannungsverluste auf die zugehörigen Zeiten der ersten Flasche nach dem Abklingungsgesetz $J_t = J_0 \cdot e^{-\lambda t}$ reduziert sind. Die Mengen der Flüssigkeiten verhalten sich also wie $0{,}8 : 5{,}3 = 1 : 6{,}625$,[1]) die zugehörigen Spannungsverluste wie . . . $1 : 5{,}61$, $1 : 5{,}64$, $1 : 5{,}69$ | also im Mitt. wie $1 : 5{,}65$.

1) Diese Resultate werden weiter verwertet auf pag. 45.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse und unter Reduzierung der erhaltenen Spannungsverluste auf den ungefähren Zeitpunkt des Einfüllens der Proben in die Flaschen nach dem Curie'schen Abklingungsgesetz erhalte ich, nach Abzug des durch die normale Jonisation bewirkten Spannungsverlustes, unter Zugrundelegung der 5,3 cbdcm Flasche für alle Proben folgende Potentialverluste pro 15 Minuten in Volt:

Ort der Herkunft der Probe	Datum	Anfang	Maximum
Leitungswasser	2. IV.	6,0	9,1
Hiesige Saline	6. IV.	23,7	32,7
Hiesige Saline	24. IV.	23,3	27,2
Dürrenberg	24. VI.	58,1	72,9
Fürstenthal	28. VI.	386	488
Ragoczi, Quelle I	9. V.	511	695
Ragoczi, Quelle II	10. V.	527	588
Wittekind	27. IV.	621	873
Wittekind	29. IV.	537	723
Wittekind	29. VI.	688	958
Wittekind	11. VII.	692	951
Baden-Baden, Murquelle . .	22. VI.	1147	1488
Gastein, Lainerquelle . . .	25. IV.	2813	3778

Am schwächsten aktiv war gewöhnliches Leitungswasser. Wasser aus der hiesigen Saline war circa 4 mal so aktiv wie Leitungswasser, Dürrenberger Soole 9,7 mal, Fürstentaler Soole 64 mal, Wasser aus Ragoczi 85—88 mal, Wittekinder Soole 90 bis 115 mal so aktiv. Am stärksten aktiv erwiesen sich die Proben aus den Thermalquellen; die aus der Murquelle in Baden-Baden war 191 mal und die aus der Lainerquelle in Bad Gastein war 469 mal so aktiv wie Leitungswasser.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Quellwasserproben sind sehr bedeutend.

In der Karlsbader Quelle ist nach Herrn Prof. Dr. Dorn ein selbständig aktiver Bestandteil vorhanden.

Ich habe schon oben auf das Übereinstimmen der Quellwasseremanation mit der Radiumemanation hingewiesen. Im weiteren Verlauf meiner Untersuchungen kam ich zu noch einer weiteren guten Übereinstimmung, über die ich nun berichten möchte.

Presst man die Luft des Apparates durch aktives Quellwasser hindurch, so nimmt sie solange Emanation aus dem Wasser auf, bis Gleichgewicht zwischen der Konzentration an Emanation in Wasser und Luft eingetreten ist im Sinne des Dalton'schen bezw. Henry'schen Gesetzes, wie ich schon oben bemerkt habe, als ich auf die v. Traubenberg'sche Abhandlung über die Absorption von Radiumemanation hinwies. Im Anschluss an diese Abhandlung ist dann Gleichgewicht vorhanden, also Aufnahme von Emanation aus Wasser in Luft beendet, wenn der Quotient:

$$\frac{\text{Dichte der Emanation in Luft}}{\text{Dichte der Emanation in Wasser}} = \frac{\lambda}{\varphi} = \gamma \text{ ist,}$$

einen konstanten Wert besitzt.

γ wird Verteilungskoeffizient genannt. Um diesen Verteilungskoeffizienten nun auf experimentellem Wege ermitteln zu können, schlägt Herr Prof. Dr. Dorn folgenden Weg ein.

Ist die ganze Emanationsmenge m, das Volumen der Flüssigkeit f, das der Luft l, so ergibt sich

1. $\lambda \cdot l + \varphi \cdot f = m,$

es war bereits

2. $\lambda = \varphi\, \gamma,$

also

3. $l\varphi \cdot \gamma + \varphi \cdot f = m.$

Hieraus bestimmen sich

4. Dichte der Emanation in Flüssigkeit $= \varphi = \frac{m}{l\gamma + f},$

5. Dichte der Emanation in Luft $= \lambda = \varphi \cdot \gamma = \frac{m\gamma}{l\gamma + f}$

und

6. Menge d. Emanation in Flüssigkeit $= f \cdot \varphi = \frac{f \cdot m}{l\gamma + f}$,

7. Menge der Emanation in Luft $= \lambda \cdot l = \frac{l \cdot m\gamma}{l\gamma + f}$.

Durch das einmalige Durchpressen bis zum Gleichgewicht ist nun noch nicht die gesamte Emanation aus dem Wasser verschwunden, es ist ja vielmehr noch die Menge $m_1 = \varphi f$ vorhanden. Diese Menge wird nun noch ein zweites Mal mit dem gleichen Luftquantum behandelt, wie das erste Mal, es wird also frische Luft des Apparats solange durch dasselbe Quellwasser gepresst, bis wiederum Gleichgewicht vorhanden ist. In diesem Falle ist die in der Luft enthaltene Menge von Emanation

$$l_1 \lambda_1 = \frac{l m_1 \gamma}{l\gamma + f} = \frac{l f \cdot \varphi \gamma}{l\gamma + f};$$

mit Rücksicht auf $l_1 = l$ und $\varphi = \frac{m}{l\gamma + f}$ ist

8. $$l \lambda_1 = \frac{f \cdot m l \gamma}{(l\gamma + f)^2}.$$

Schliesslich erhält man als Verhältnis der Emanationsmengen in beiden Fällen:

$$\frac{m}{m_1} = \frac{l\lambda}{l\lambda_1} = \frac{l\gamma + f}{f} = 1 + \left(\frac{l}{f}\right)\gamma$$

und

$$\gamma = \left(\frac{m}{m_1} - 1\right) \cdot \frac{f}{l}.$$

In dieser Gleichung sind f und l leicht zu messende Grössen, m und m_1 die betreffenden Emanationsmengen. Da wir diese nun nicht direkt messen können, sondern nur die jedesmal erzielten Spannungsverluste, so muss man folgende Annahmen machen mit v. Traubenberg,[1]) um γ bestimmen zu können:

1) v. Traubenberg, Phys. Zeitschr. 5. 1904. pag. 130 ff.

1. Die in der Luft gemessene Zerstreuung ist proportional der in ihr enthaltenen Gesamtmenge von Emanation.

2. Die der natürlichen Luft zukommende Leitfähigkeit ist zum grössten Teile durch die (auch im Wasser in Bodenluft u. s. w.) enthaltene Emanation hervorgerufen. Die Jonisierung durch Temperatur, ultraviolettes Licht u. s. w. ist dabei vernachlässigt.

Verteilungskoeffizient der aktiven Substanz in Wittekinder Wasser.

Um ganz sicher zu gehen zur Erlangung des Gleichgewichtes, presste ich 40 Minuten lang Luft durch die Soole und erhielt 82,95 Volt Spannungsverlust zu Beginn und 101,95 Volt nach $2^1/_2$ Stunden, unter Berücksichtigung der Normalionisation. Gleich nach dem Durchpressen wurde die Flasche wieder durch einen Gummistopfen verschlossen und liegend im Nebenraum aufbewahrt bis zum nächsten Tage. Nach der 2. Ablesung wurde die Glocke abgehoben und an der freien Luft stehen gelassen, um die induzierte Aktivität zum völligen Verschwinden zu bringen. Dann wurde genau 24 Stunden nach dem ersten Durchpressen die Luft des Apparates zum 2. Male 40 Minuten lang durch die alte Soole gedrückt. Die nun erhaltenen Werte, bei denen ich ebenso wie vorher noch die Normalionisation zu berücksichtigen habe, müssen noch nach dem Gesetz $J_t = J_o \cdot e^{-\lambda t}$ auf die entsprechende Anfangszeit reduziert werden. Als reduzierte Werte erhielt ich 15,18 resp. 18,52 Volt. Ferner waren $f = 5300$ cbcm und $l =$ Luft im Zylinder + Luft im Flaschenhals + Luft im Gebläse + Luft in Röhren $= 8652 + 600 + 130 + 150 = 9532$ cbcm. Es ergab sich nun:

$\gamma_1 = 2{,}482$ und $\gamma_2 = 2{,}506$ im Mittel $\underline{\gamma = 2{,}494.}$

Später fand ich gleichfalls für Wittekinder Soole

$\underline{\gamma = 2{,}43.}$

Verteilungskoeffizient bei mit Radiumemanation behafteten Wasser.

Hier erhielt ich nach 35 Minuten währendem Durchpressen einen Spannungsverlust von 87,5 Volt, nach 30 Minuten 94,1 Volt, nach 60 Minuten 97,5 Volt Potentialverlust pro 30 Sekunden unter Berücksichtigung der Normalionisation; und nach dem 2. Durchpressen bekam ich die schon reduzierten Werte 15,51 Volt, nach 30 Minuten 17,34 Volt, nach 60 Minuten 18,42 Volt Potentialverlust pro 30 Sekunden. f war $= 5350$ cbcm, $l = 9482$ cbcm. Daraus ergeben sich die Werte:

$$\gamma_1 = 2{,}595 \qquad \gamma_2 = 2{,}475 \qquad \gamma_3 = 2{,}401;$$

$$\text{im Mittel } \gamma = 2{,}490.$$

Die gute Übereinstimmung zwischen den beiden gefundenen Verteilungskoeffizienten ist ein weiteres Beweisstück, dass Quellwasser- und Bodenluftemanation mit Radiumemanation identisch ist.

Ich versuchte ferner den Verteilungskoeffizienten für Quellwasseremanation bei Verwendung von kleinen Quantis der Proben festzustellen, nämlich bei 0,8 cbdcm. Doch kam ich hier zu keinem Erfolg, weil die Spannungsverluste im Apparat nach dem 2. Durchpressen sich von den Spannungsverlusten bei Zimmerluft sich nicht genug unterschieden.

Auf pag. 40 zeigte ich, dass, wenn bei Benutzung gleicher Quellwasserproben, also bei gleicher Verteilung der Emanation, die verwendeten Proben sich verhielten wie 1 : 6,625, sich dann die zugehörigen Spannungsverluste verhielten wie 1 : 5,65. Aus diesen Resultaten lässt sich der Verteilungskoeffizient berechnen, worauf hinzuweisen Herr Prof. Dr. Dorn die Güte hatte.

Ich benutzte die Proben $f = 5{,}3$ cbdcm und $f_1 = 0{,}8$ cbdcm; es war dann $\frac{m}{m_1} = 5{,}65$, wenn m und m_1 die Spannungsverluste bedeuten.

Nun ist nach pag. 43 Gleichung 6 die Menge der Emanation in Flüssigkeit f

$$f\varphi = \frac{f \cdot m}{l\gamma + f};$$

entsprechend für Flüssigkeit f_1

$$f_1\varphi = \frac{f_1 \cdot m}{l\gamma + f_1},$$

wobei l das in beiden Fällen gleiche Quantum Luft ist.

Diese Mengen der Emanation sind proportional den erhaltenen Spannungsverlusten; wir haben also

$$m : m_1 = \frac{f\,m}{l\gamma + f} : \frac{f_1 \cdot m}{l\gamma + f_1};$$

es folgt

$$\frac{m}{m_1} = \left(\frac{l\gamma_1 + f_1}{l\gamma + f}\right) \cdot \frac{f}{f_1},$$

$$m f_1 l\gamma + m f \cdot f_1 = m_1 \cdot f \cdot l\gamma + m_1 \cdot f \cdot f_1;$$

hieraus ergibt sich

$$\gamma = \frac{m_1 \cdot f f_1 - m f f_1}{m f_1 l - m_1 f l} = \frac{m f \cdot f_1 - m_1 f \cdot f_1}{m_1 f \cdot l - m f_1 l}.$$

Setze ich die Werte ein, so habe ich

$$\gamma = \frac{5{,}65 \cdot 5{,}3 \cdot 0{,}8 - 1 \cdot 5{,}3 \cdot 0{,}8}{1 \cdot 5{,}3 \cdot 9{,}432 - 0{,}8 \cdot 5{,}65 \cdot 9{,}432} = \frac{19{,}716}{7{,}357},$$

$$\gamma = 2{,}679.$$

Bemerken möchte ich, dass die bis dahin über den Verteilungskoeffizienten angegebenen Resultate bei noch nicht abgedichtetem Apparat erzielt wurden.

Da bei diesen Versuchen nur das Ansteigen der Leitfähigkeit der durch das Quellwasser oder der durch das mit Radiumemanation behaftete Wasser gepressten Luft benutzt wurde, konnte von vornherein erwartet werden, dass auch bei abgedichtetem Apparat die Resultate keine wesentliche Änderung gegen die früheren erleiden würden. Die nun von

mir mit abgedichtetem Apparat vorgenommenen Versuche bestätigten die ausgesprochene Vermutung.

Ich erhielt folgende Verteilungskoeffizienten:

1. bei Wittekinder Soole

$$\frac{m}{m_1}\,(\text{Mittel}) = 4{,}262, \quad \frac{f}{l} = \frac{5400}{9432},$$

$$\gamma = 2{,}44;$$

2. bei mit Radiumemanation behafteten Wasser

$$\frac{m}{m_1}\,(\text{Mittel}) = 5{,}434, \quad \frac{f}{l} = \frac{5250}{9582},$$

$$\gamma = 2{,}43.$$

In der Tat stimmen diese Werte mit den früher gefundenen sehr gut überein.

Wie ich schon erwähnte, habe ich auch das Abklingen von Radiumemanation und Quellwasseremanation bei undichtem Apparat beobachtet. Das Curie'sche Gesetz angewendet, erhielt ich $\lambda = 0{,}01182$ Stunden^{-1} für Quellwasser und $\lambda = 0{,}01185$ Stunden^{-1} für Radiumemanation. Für Bodenluft hatte ich $\lambda = 0{,}01181$ Stunden^{-1}. Diese 3 Werte zeigen ebenfalls, dass die Emanation des Radiums mit denen des Quellwassers und der Bodenluft identisch ist.

Schlussbetrachtung.

Die in meiner Arbeit in ihren verschiedenen Teilen angegebenen Zahlen beziehen sich meist auf Spannungsverluste oder sie vergleichen Spannungsverluste untereinander; es sind also nur relative Zahlen; absolut wird zunächst nichts bestimmt.

Will ich wissen, eine wie grosse Elektrizitätsmenge in den verschiedenen Fällen vom Zerstreuungskörper an die umgebende Luft in bestimmter Zeit abgegeben wird, so muss ich dazu noch die Kapazität des benutzten Elster und

Geitel'schen Elektroskops kennen. Aus Spannungsverlust und Kapazität kann die abgegebene Elektrizitätsmenge berechnet werden. Die Kapazität des Elster und Geitel'schen Elektroskops bestimmte ich nach der von Harms[1]) gegebenen Methode. Sie betrug unter den bei der Messung der Elektrizitätszerstreuung in der freien Atmosphäre benutzten Bedingungen 17,0 cm = 0,0000189 Mikrofarad,[2]) bei Verwendung des zur Bestimmung der Aktivierungszahlen benutzten Apparates mit Schutzzylinder 22,8 cm = 0,0000253 Mikrofarad und unter der Glocke des Bodenluftapparates 23,2 cm = 0,0000258 Mikrofarad.

Bei den Messungen der Luftelektrizitätszerstreuung im Freien erhielt ich einen durchschnittlichen Spannungsverlust von 35,7 Volt pro 15 Minuten bei negativer Ladung und von 32,3 Volt bei positiver. Die in 15 Minuten abgegebenen Elektrizitätsmengen betrugen danach 0,000675, resp. 0,000610 Mikrocoulomb bei positiver Ladung. Die mit negativem Potential aktivierten Drähte bewirkten einen durchschnittlichen Potentialverlust von 33,54 Volt pro 15 Minuten, die bei positivem Potential aktivierten Drähte einen solchen von 1,43 Volt; die durch die normale Jonisation verursachten Spannungsverluste sind schon in Abzug gebracht.

Die in diesen beiden Fällen abgegebenen Elektrizitätsmengen sind gewesen 0,000849, resp. 0,000036 Mikrocoulomb.

Bei den Bodenproben wurden folgende Elektrizitätsmengen abgegeben, pro 15 Minuten nach Erreichung des Maximums:

bei Geschiebelehm	0,000 221	Mikrocoulomb
„ Alluviallehm	0,000 186	„
„ Kaolinisierten Porphyrkonglomeraten	0,000 271	„
„ Letten des unteren Buntsandsteins	0,000 210	„

1) Harms, Phys. Zeitschr. 5. 1904. pag. 47.

2) Kohlrausch, 1901. pag. 551. [cm = $1{,}11 \cdot 10^{-6}$ Mikrofarad].

bei	mergel. Ton	0,000 230 Mikrocoulomb
„	Porzellanerde	0,000 262 „
„	Braunkohle	0,000 224 „
„	Gartenerde	0,000 222 „

Bei den Quellwasserproben wurden folgende Elektrizitätsmengen abgegeben pro 15 Minuten, bei maximalem Spannungsverlust im Apparat und unter Voraussetzung, dass für alle Proben 5,3 cbdcm zur Verwendung gekommen wären:

bei	Leitungswasser	0,00023	Mikrocoulomb
„	Wasser aus der Saline	0,00085	„
„	„ „ Dürrenberg	0,00188	„
„	„ „ Fürstenthal	0,0126	„
„	„ „ Ragoczi 10. V.	0,0157	„
„	„ „ Ragoczi 9. V.	0,0179	„
„	„ „ Wittekind	0,0225	„
„	„ „ Baden-Baden	0,0384	„
„	„ „ Gastein	0,0978	„

Für Emanationen kann man aber auch die ganze von ihnen entladene Elektrizitätsmenge ermitteln, wenn man dem Abklingen der Emanation das Curie'sche Gesetz

$$J_t = J_o \cdot e^{-\lambda t}$$

zu Grunde legt, wenigstens die nach Eintritt der maximalen Leitfähigkeit entladene Elektrizitätsmenge.

Zu diesem Behufe summiere ich alle erreichten Spannungsverluste, d. h. ich habe, wenn J_o der Maximalspannungsverlust ist, zu bilden:

$$J_o \cdot \int_0^\infty e^{-\lambda t} d\,t = J_o \cdot \frac{1}{\lambda}.$$

Hiernach sind die abgegebenen Elektrizitätsmengen bei Benutzung von je 5,3 Liter der Proben

bei	Leitungswasser	0,128 Mikrocoulomb
„	Wasser aus der Saline	0,466 „

bei	Wasser	aus	Dürrenberg	1,038 Mikrocoulomb
„	„	„	Fürstenthal	6,950 „
„	„	„	Ragoczi 10. V.	8,374 „
„	„	„	Ragoczi 9. V.	9,640 „
„	„	„	Wittekind	12,476 „
„	„	„	Gastein	53,805 „

Dies sind aber nur die durch die Emanation der durchgepressten Luft entladenen Elektrizitätsmengen. Nach dem Durchpressen ist aber auch noch Emanation im Wasser. Um die durch diese entladenen Elektrizitätsmengen zu bekommen, habe ich — unter Benutzung von $\gamma = 2{,}679$ — die erhaltenen Werte mit $\frac{5{,}3}{9{,}432} \cdot \frac{1}{2{,}679} = 0{,}210$ zu multiplizieren. Addiere ich diese Werte zu den erhaltenen, so habe ich die durch die gesamte Emanation entladene Elektrizitätsmenge, die in je 5,3 Liter Quellwasser enthalten ist. Ich bekomme für

Leitungswasser	0,155	Mikrocoulomb
Wasser aus der Saline	0,564	„
„ „ Dürrenberg	1,256	„
„ „ Fürstenthal	8,410	„
„ „ Ragoczi 10. V.	10,133	„
„ „ „ 9. V.	11,664	„
„ „ Wittekind	15,096	„
„ „ Gastein	65,104	„

oder umgerechnet auf 1 Liter:

Leitungswasser	0,034	Mikrocoulomb
Wasser aus der Saline	0,125	„
„ „ Dürrenberg	0,278	„
„ „ Fürstenthal	1,861	„
„ „ Ragoczi 10. V.	2,241	„
„ „ „ 9. V.	2,581	„
„ „ Wittekind	3,341	„
„ „ Gastein	14,403	„

Zusammenfassung der Resultate.

Für das erste Halbjahr 1904 waren: der negative Elektrizitätszerstreuungskoeffizient $a = 1{,}281$; der positive $\overset{+}{a} = 1{,}181$; $\frac{a}{\overset{+}{a}} = 1{,}085$;

A (bei negativem Potential) $= 14{,}03$,
A (bei positivem Potential) $= 1{,}18$.

Die Zerstreuungskoeffizienten waren abhängig von Windstärke, Windrichtung und besonders Transparenz der Luft, unabhängig von Temperatur und relativer Feuchtigkeit. Ferner ergab sich eine deutliche Abnahme der Zerstreuungswerte mit wachsendem Luftdruck; entsprechend erhielt ich bei wachsendem Luftdruck kleine Aktivierungszahlen, bei sinkendem Luftdruck grosse.

A änderte sich proportional mit den Mittelwerten von a; von Windrichtung und Windstärke, Transparenz der Luft, Bewölkung des Himmels und relativer Feuchtigkeit waren die Werte der Aktivierungszahlen unabhängig.

Alle von mir untersuchten Bodenproben waren radioaktiv; am schwächsten die Sande, am stärksten die Tone. Ebenso erwies sich die Bodenluft aktiv. Das Abklingen der Bodenluftemanation ergab die gleiche Konstante wie Radiumemanation.

Die untersuchten Quellwasserproben zeigten grosse Verschiedenheit in der Stärke der Radioaktivität; Gasteiner Wasser war über 400mal so aktiv wie Leitungswasser. Die Abklingungskonstante für Quellwasseremanation zeigte mit der für Bodenluftemanation sowohl wie mit der für Radiumemanation gute Übereinstimmung. Ebenso zeigten die Verteilungskoeffizienten von Radium- und Quellwasseremanation hinlängliches Übereinstimmen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dorn, für die freundliche Anregung zu vorliegender Arbeit und die mir bei ihrer Anfertigung bewiesene stetige gütige Unterstützung mit Rat und Tat meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

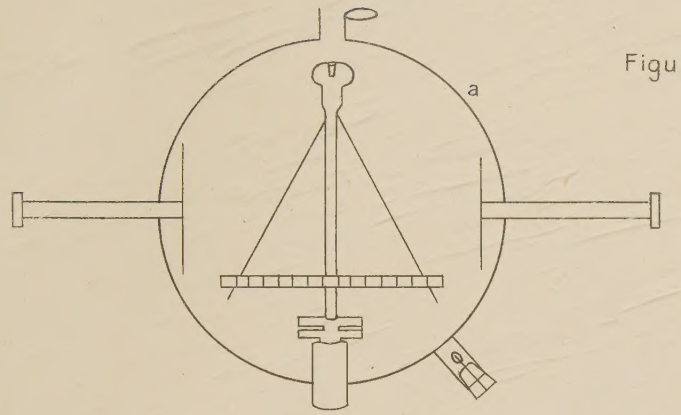
Geboren bin ich, Richard Schenk, evangeliseher Konfession, am 7. März 1882 zu Naugard i. Pommern. Mein Vater, der Rentier, früher Landwirt Wilhelm Schenk und meine Mutter Marie, geb. Brandt, sind beide noch am Leben. Meine Schulbildung erhielt ich anfangs auf der höheren Knabenschule meiner Vaterstadt, von Oktober 1893 ab auf dem Schillerrealgymnasium in Stettin, welches ich Michaelis 1900 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Darauf studierte ich ein Semester in Berlin Mathematik und Naturwissenschaften und setzte von Ostern 1901 ab meine Studien in Halle fort.

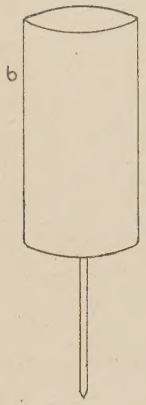
Meine Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

Bernstein, Brandes, Cantor, Dorn, Eberhard, Ewald, Friedberg, Fries, Grassmann, Grenacher, Kirchhoff, Klebs, Knoblauch, Mez, Neumann, Pringsheim, Riehl, H. A. Schwarz, Schwarz, Schultze, Uphues, Vaihinger, Valentiner, Wangerin, Wohl.

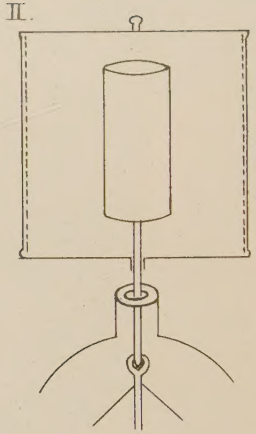
Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern, namentlich aber Herrn Prof. Dr. Dorn, der mir mit seinem Rate stets liebenswürdig zur Seite gestanden hat, sage ich meinen aufrichtigen Dank.

Figur I.

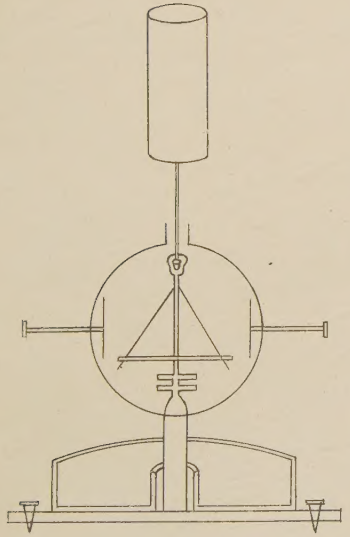




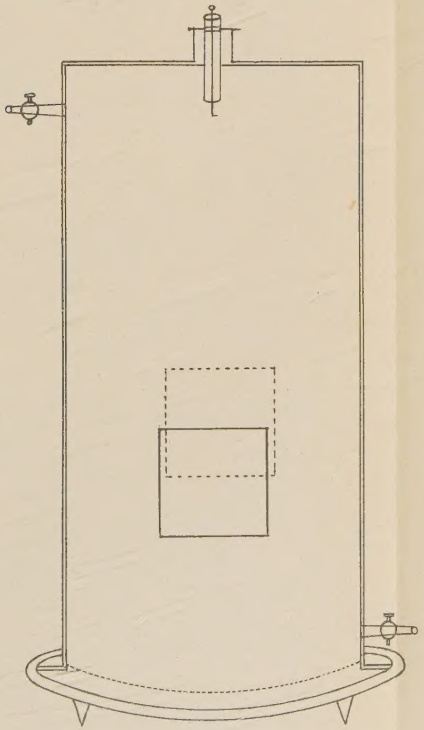
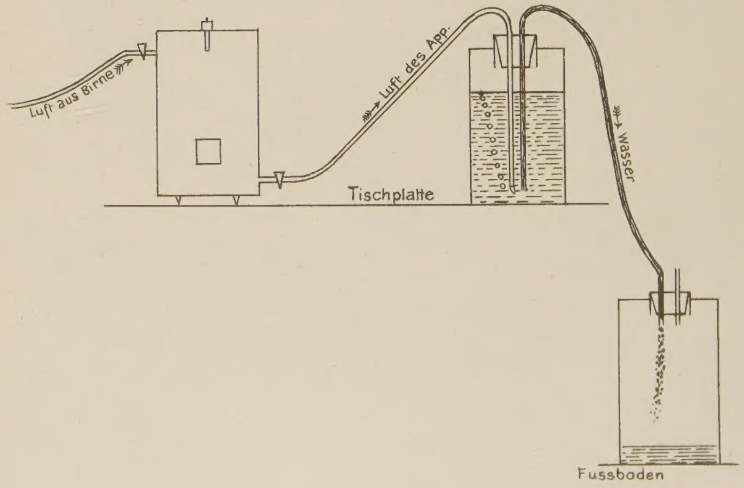
Figur II.



Figur III.



Figur IV.



Figur V.